

**SEA LEVEL IS  
ALREADY RISING**





ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Χανιά, 2023

**ΑΝΟΔΟΣ ΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΑΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΚΤΙΕΣ ΠΟΛΕΙΣ.** Καλές  
πρακτικές προσαρμογής: **Ρότερνταμ, Νέα Υόρκη, Τζακάρτα.**

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ: ΚΛΑΔΟΥ ΙΦΙΓΕΝΕΙΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ: ΔΙΜΕΛΛΗ ΔΕΣΠΟΙΝΑ



TECHNICAL UNIVERSITY OF CRETE

SCHOOL OF ARCHITECTURE

Chania, 2023

**SEA LEVEL RISE AND COASTAL CITIES.** Good Adaptation Practices:  
**Rotterdam, New York, Jakarta.**

STUDENT: KLADOU IFIGENEIA

SUPERVISOR: DIMELLI DESPOINA

*Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την κα Διμέλλη Δέσποινα, για την προθυμία της να αναλάβει την επίβλεψη της ερευνητικής μου εργασίας, και την πολύτιμη βοήθειά της καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησής της.*

*Ευχαριστώ ακόμα, την οικογένεια μου για την στήριξη και την ενθάρρυνση τους σε όλη την πορεία μου.*

## Πρόλογος

Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας, αποτελεί μία πολυσυζητημένη έννοια κατά τον 21<sup>ο</sup> αιώνα, με πλήθος επιστημονικών ομάδων να θέτουν ερωτήματα αναφορικά με την κρισιμότητα του φαινομένου. Εντούτοις, υπάρχει πλέον ευρεία αποδοχή από τον επιστημονικό κύκλο πως η άνοδος της στάθμης της θάλασσας πραγματικά συμβαίνει και, μάλιστα, επιταχύνεται, με την κλιματική αλλαγή να βρίσκεται στο επίκεντρο των αιτιών αυτής της συνθήκης. Αυτό καθιστά επιτακτική την ανάγκη αντιμετώπισης του φαινομένου, τόσο σε οικουμενική, όσο και σε τοπική κλίμακα, με τις παράκτιες αστικές περιοχές που πλήττονται, να διαδραματίζουν καταλυτικό ρόλο στη δημιουργία και εφαρμογή χωρικών στρατηγικών προσαρμογής στις επερχόμενες κλιματικές πιέσεις που επιφέρει η άνοδος της στάθμης της θάλασσας.

Η παρούσα έρευνα αποτελεί προσπάθεια διερεύνησης καλών πρακτικών και σύγχρονων εργαλείων αντιμετώπισης της ανόδου της στάθμης της θάλασσας και των πλημμυρών για τις παράκτιες πόλεις, μέσα από τη μελέτη πολιτικών προσαρμογής στο φαινόμενο, στις πόλεις Ρότερνταμ, Νέα Υόρκη και Τζακάρτα. Αρχικά, επιχειρείται η αναγνώριση της πολυεπίπεδης σχέσης του φαινομένου της κλιματικής αλλαγής με το αστικό σύστημα, μέσω της αναγνώρισης των συνεπειών της στην αστική ζωή. Το δεύτερο μέρος της μελέτης, επικεντρώνεται στην καταγραφή των επιπτώσεων της αλλαγής του κλίματος στις παράκτιες πόλεις, και στην αναφορά των πολιτικών μετριασμού και προσαρμογής αυτών, στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας. Έπειτα από την καταγραφή των κριτηρίων επιλογής των πόλεων που επιλέχθηκαν προς διερεύνηση, το τρίτο μέρος της έρευνας επικεντρώνεται στην ανάλυση τριών παράκτιων μητροπόλεων, μία για κάθε αρχέτυπο παράκτιας πόλης (παραποτάμια, παραθαλάσσια, νησιωτικό σύμπλεγμα), στοχεύοντας στην καταγραφή και ταξινόμηση των χωρικών παρεμβάσεων, από μία σειρά στρατηγικών προσαρμογής στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας, που προτείνονται από την κάθε περιοχή. Η έρευνα ολοκληρώνεται με την εκπόνηση συμπερασμάτων, που αφορούν την σχέση της ολοκληρωμένης κλιματικής προσαρμογής με την κοινωνικοοικονομική δομή των αστικών περιοχών.

## Abstract

Sea level rise is a much controversial concept during the 21st century, as a large number of scientific groups raise questions regarding the significance of the phenomenon. However, there is currently wide acceptance by the scientific community that sea level rise is indeed occurring and, in fact, accelerating, while climate change stands in the middle of its causes. This renders the need to cope with the phenomenon crucial, both on a global and local scale, while affected coastal urban areas seem to play a catalytic role in the creation and implementation of spatial adaptation strategies to the coming climate stresses caused by sea level rise.

This paper forms an effort to investigate good practices and modern tools to deal with sea level rise and flooding for coastal cities, through the study of adaptation policies in the cities of Rotterdam, New York and Jakarta. Initially, the recognition of the multi-level relationship

of the phenomenon of climate change with the urban system is attempted, through the recognition of its consequences in urban life. The second part of the study focuses on documenting the effects of climate change on coastal cities, and reporting mitigation and adaptation policies to sea level rise. After stating the selection criteria of the cities chosen for analysis, the third part of the research focuses on the study of three coastal metropolises, one for each coastal city archetype (delta, coastal, island complex), aiming to record and categorize the spatial interventions, from a range of adaptation strategies to sea level rise, proposed by each region. The research is completed by drawing conclusions, concerning the connection between integrated climate adaptation and socio-economic structure of urban areas.

## Περιεχόμενα

<b>Πρόλογος</b> .....	<b>5</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>5</b>
Εισαγωγή.....	9
Μεθοδολογία .....	10
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής</b> .....	<b>11</b>
1.1 Βασικοί ορισμοί [κλίμα, κλιματική αλλαγή, αστική ανθεκτικότητα, παράκτια ζώνη] .....	12
1.2 Συνέπειες της κλιματικής αλλαγής στις πόλεις .....	14
1.2.1 Άνοδος της στάθμης της θάλασσας και καταιγίδες .....	15
1.2.2 Ακραία καιρικά φαινόμενα κατακρημνίσεων και πλημμύρες .....	17
1.2.3 Κύματα καύσωνα και υψηλές θερμοκρασίες .....	18
1.2.4 Ατμοσφαιρική ρύπανση .....	21
1.2.5 Έλλειψη νερού και ρύπανση των υδάτων .....	21
1.2.6 Ξηρασία.....	22
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Παράκτιες πόλεις και κλιματική αλλαγή: Επιπτώσεις και πολιτικές προσαρμογής στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας</b> .....	<b>24</b>
2.1 Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στις παράκτιες πόλεις.....	24
2.1.1 Περιβαλλοντικά προβλήματα .....	25
2.1.2 Οικονομικές συνέπειες της κλιματικής αλλαγής στον παράκτιο αστικό χώρο.....	34
2.1.3 Κοινωνικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στις παράκτιες πόλεις .....	35
2.2 Πολιτικές μετριασμού και προσαρμογής των παράκτιων πόλεων στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας. ....	36
2.3 Καλές πρακτικές προσαρμογής παράκτιων πόλεων στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας και επιλογή μελετών περίπτωσης. ....	40
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Ρότερνταμ</b> .....	<b>45</b>
3.1 Γενικές πληροφορίες .....	45
3.2 Επιπτώσεις της ανόδου της στάθμης της θάλασσας και των πλημμυρών στην πόλη. ....	47
3.3 Πολιτικές προσαρμογής .....	50
3.3.1 Μέτρα προστασίας.....	50
3.3.2 Μέτρα προσαρμογής του αστικού χώρου.....	52
3.3.3 Προσαρμογή των κτιρίων .....	55
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Νέα Υόρκη</b> .....	<b>59</b>
4.1 Γενικές πληροφορίες .....	59

4.2 Επιπτώσεις της ανόδου της στάθμης της θάλασσας και των πλημμυρών στην πόλη.	61
4.3 Πολιτικές προσαρμογής .....	64
4.3.1 Μέτρα προστασίας.....	65
4.3.2 Οπισθοχώρηση .....	69
4.3.3 Μέτρα προσαρμογής του αστικού χώρου.....	69
4.3.4 Προσαρμογή των κτιρίων .....	72
4.3.5 Σχέδιο εκκένωσης .....	74
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Τζακάρτα.....</b>	<b>75</b>
5.1 Γενικές πληροφορίες .....	75
5.2 Επιπτώσεις της ανόδου της στάθμης της θάλασσας και των πλημμυρών στην πόλη.	77
5.3 Πολιτικές προσαρμογής .....	80
5.3.1 Μέτρα προστασίας.....	81
5.3.2 Μέτρα προσαρμογής του αστικού χώρου.....	85
5.3.3 Προσαρμογή κτιρίων και υποδομών .....	86
5.3.4 Κατεδάφιση κτιρίων .....	87
<b>ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>89</b>
Πίνακας Εικόνων .....	92
<b>Βιβλιογραφία .....</b>	<b>95</b>



## Εισαγωγή

Με αφετηρία την παρατήρηση πως η ανθρώπινη δραστηριότητα των τελευταίων δεκαετιών, έχει αρχίσει να επιδρά στο παγκόσμιο κλίμα με τρόπους αισθητούς στην φύση και στον άνθρωπο, έχει διεξαχθεί ήδη πληθώρα διεπιστημονικών ερευνών σχετικά με τον προσδιορισμό του ρυθμού μεταβολής του κλίματος, αλλά και τον τρόπο αντιμετώπισης του φαινομένου. Ανάμεσα στα ευρήματα, κυριαρχεί ο συσχετισμός της κλιματικής αλλαγής με τις διαδικασίες αστικοποίησης, ως δύο παγκόσμιες συνθήκες που χαρακτηρίζουν πλέον τον πλανήτη μας και βρίσκονται σε αντιπαράθεση μεταξύ τους.

Ενώ οι αστικές περιοχές συμβάλλουν στη διατάραξη του κλιματικού συστήματος μέσω της αυξημένης κατανάλωσης ενέργειας, της παραγωγής αποβλήτων και την καύση ορυκτών καυσίμων, που οδηγούν σε υψηλές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, έρχονται επίσης αντιμέτωπες με τις επιπτώσεις της και απειλούνται από αυτές σε διαφορετικό βαθμό, ανάλογα με το επίπεδο της ανθεκτικότητάς τους. Ειδικότερα οι παράκτιες πόλεις, αντιμετωπίζουν πολύ μεγαλύτερο κίνδυνο από αυτές της ενδοχώρας, εφόσον συγκεντρώνουν μεγάλο μέρος του παγκόσμιου πληθυσμού και της οικονομικής δραστηριότητας, ενώ παράλληλα, είναι εκτεθειμένες και ευάλωτες σε μια σειρά κινδύνων που συνδέονται με την αλλαγή του κλίματος και την επίδραση του στους ωκεανούς, με κρισιμότερο αυτών, την άνοδο της στάθμης της θάλασσας.

Οι δυσμενείς προβλέψεις για την άνοδο της στάθμης των ωκεανών, και το πρόσφατο ενδιαφέρον της διεθνούς επιστημονικής κοινότητας για την πολιτική της προσαρμογής των παράκτιων περιοχών στο φαινόμενο, αποτέλεσαν την αφορμή, τόσο για την διερεύνηση της έννοιας όσο και για την αναγνώριση χωρικών παρεμβάσεων που θα μπορούσαν να συμβάλλουν σε αυτή τη διαδικασία. Παρότι η άνοδος της στάθμης της θάλασσας έχει παγκόσμια διάσταση, οι εκφάνσεις και επιπτώσεις της είναι ανομοιογενείς και εξαρτώνται από παράγοντες όπως τα κλιματικά, γεωγραφικά, μορφολογικά και κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά των διαφόρων παράκτιων αστικών περιοχών.

Δίνοντας έμφαση στον παράγοντα της τοπικότητας, λοιπόν, η παρούσα ερευνητική εργασία, αποτελεί μία προσπάθεια αξιολόγησης του τρόπου με τον οποίο επιλέγονται πολιτικές προσαρμογής στις παράκτιες πόλεις, που έχουν κοινές προκλήσεις (άνοδο της στάθμης της θάλασσας, παράκτιες πλημμύρες), ωστόσο διαφοροποιούνται γεωγραφικά και τυπολογικά.

Αυτό το ερώτημα επιχειρείται να απαντηθεί με την μελέτη σύγχρονων στρατηγικών προσαρμογής στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας, που προτείνονται σε τρεις μητροπόλεις με αυξημένο κλιματικό ρίσκο, και την διεξαγωγή συμπερασμάτων που αφορούν την αποτελεσματικότητα αυτών σε σχέση με τις ιδιαιτερότητες της κάθε περιοχής.

## Μεθοδολογία

Στην παρούσα ερευνητική εργασία, πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική έρευνα που βασίζεται κυρίως σε ξενόγλωσσα άρθρα και βιβλία, τα οποία αναφέρονται στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας, ως αποτέλεσμα της κλιματικής αλλαγής, και στις συνέπειες που επιφέρει στις παράκτιες πόλεις, αλλά και στις πολιτικές αντιμετώπισης της παγκοσμίως. Μέσα από τη σύνθεση των ευρημάτων, διαγραμμάτων σύνοψης και κριτικής ανάγνωσης τους, η έρευνα επιχείρησε μια βιβλιογραφική ανασκόπηση στο φαινόμενο, εντόπισε τους τομείς που αφορούν αυτήν την συνθήκη, και μέσω της κριτικής ανάγνωσης διατύπωσε τα παρακάτω ερευνητικά ερωτήματα:

Πως ορίζεται η κλιματική αλλαγή, ποιες οι συνέπειες της στις πόλεις;

Πως οι επιπτώσεις της ανόδου της στάθμης της θάλασσας και η προσπάθεια προσαρμογής στο φαινόμενο, αλλάζουν τον παράκτιο χώρο;

Υπάρχει ένας παγκόσμιος οδηγός προσαρμογής των παράκτιων πόλεων στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας;

**Στόχος της ερευνητικής εργασίας** είναι η μελέτη του φαινομένου της ανόδου της στάθμης της θάλασσας, η εξέταση των προβλημάτων που προκαλεί στις παράκτιες πόλεις και τον τρόπο που αλλάζει τον χώρο αυτών, μέσα από την διερεύνηση καλών πρακτικών προσαρμογής σε τρεις μητροπόλεις, μία για κάθε αρχέτυπο παράκτιας πόλης.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής**

Η φύση αποτελεί αναπόσπαστο μέρος της ανθρώπινης ιστορίας, καθώς ο άνθρωπος δεν τοποθετείται έξω από αυτήν, αλλά αποτελεί τμήμα της. Το χρονικό της σχέσης του ανθρώπου με τη φύση είναι ταυτόχρονα ένα χρονικό συνεχιζόμενης υποβάθμισης και καταστροφής του φυσικού περιβάλλοντος από τις ανθρώπινες κοινωνίες, με αποτέλεσμα να οδηγηθούμε σήμερα στο φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής. (Μποτετζάγιας, 2010)

Για την καλύτερη κατανόηση του θέματος της παρούσας ερευνητικής εργασίας, στο πρώτο κεφάλαιο αποσαφηνίζονται τόσο το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής και οι συνέπειες του στις πόλεις, όσο και ορισμένες έννοιες οι οποίες θα αναφερθούν σε αρκετά σημεία της εργασίας.

## 1.1 Βασικοί ορισμοί [κλίμα, κλιματική αλλαγή, αστική ανθεκτικότητα, παράκτια ζώνη]

Η ανάλυση του φαινομένου της κλιματικής αλλαγής, η αξιολόγηση των επιπτώσεων που επιφέρει στις πόλεις, ιδιαίτερα σε αυτές που βρίσκονται εντός παράκτιας ζώνης, και η διερεύνηση κατάλληλων πρακτικών στο πλαίσιο της αστικής ανθεκτικότητας, ενότητες που απασχολούν την παρούσα εργασία, προϋποθέτουν την κατανόηση των βασικών εννοιών: **κλίμα, κλιματική αλλαγή, παράκτια ζώνη και αστική ανθεκτικότητα.**

### Κλίμα

Κλίμα είναι οι καιρικές συνθήκες (βροχόπτωση, θερμοκρασία, υγρασία, ηλιοφάνεια, άνεμοι, χιόνι κλπ.) που επικρατούν σε μια καθορισμένη περιοχή για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα. (Gutro, 2017)

Ορισμένοι επιστήμονες ορίζουν το κλίμα ως τον μέσο καιρό για μια συγκεκριμένη περιοχή και χρονική περίοδο, που συνήθως διαρκεί πάνω από 30 χρόνια, ως ένα μέσο μοτίβο καιρού για μια καθορισμένη περιοχή. (National Geographic, 2017)

### Κλιματική αλλαγή

Η έκθεση του 2007 από την IPCC (Intergovernmental Panel for Climatic Change) δίνει έναν αναλυτικό ορισμό της κλιματικής αλλαγής όπου: «Η αλλαγή του κλίματος ορίζεται σε μία στατιστικά σημαντική μεταβολή, στη μέση κατάσταση του κλίματος ή τη μεταβλητότητα του, που υφίστανται και παρατηρείται για εκτεταμένο χρονικό διάστημα, συνήθως δεκαετίες ή και περισσότερο. Αναφέρεται σε οποιαδήποτε αλλαγή του κλίματος που μπορεί να οφείλεται σε φυσικές εσωτερικές διαδικασίες ή εξωτερικές επιδράσεις, ή στις επίμονες ανθρωπογενείς αλλαγές στη σύνθεση της ατμόσφαιρας και τη χρήση της γης.» (IPCC, 2018)

Ωστόσο η Σύμβαση-Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για τις Κλιματικές Μεταβολές (UNFCCC), κάνει μια διάκριση μεταξύ της κλιματικής αλλαγής που αποδίδεται σε ανθρώπινες δραστηριότητες μεταβάλλοντας την ατμοσφαιρική σύνθεση, και της κλιματικής μεταβλητότητας που ανάγεται σε φυσικά αίτια. Ορίζει την κλιματική αλλαγή ως: «μια αλλαγή του κλίματος που αποδίδεται έμμεσα ή άμεσα στην ανθρώπινη δραστηριότητα η οποία αλλάζει τη σύνθεση της παγκόσμιας ατμόσφαιρας...» (IPCC, 2018) (Davoudi, 2009)

### Αστική ανθεκτικότητα

Ως αστική ανθεκτικότητα αναφέρεται εν γένει η ικανότητα των κατοίκων, κοινοτήτων, θεσμών, επιχειρήσεων και των δομών μιας πόλης να επιβιώνουν, να προσαρμόζονται, να ανταποκρίνονται και να εξελίσσονται ανεξάρτητα από πιέσεις που ασκούνται στον αστικό ιστό

σε καθημερινή ή περιοδική συχνότητα και στα αναπάντεχα και έντονα συμβάντα που απειλούν την πόλη. (Resilient Cities Network, 2019)

Οι Merrow et al. 2016, μέσα από μια εκτενή έρευνα, δίνουν έναν ακόμη ορισμό, σύμφωνα με τον οποίο: «Η αστική ανθεκτικότητα ορίζεται στην ικανότητα ενός αστικού συστήματος και όλων των κοινωνικό-οικολογικών και κοινωνικό-τεχνικών δικτύων του σε χωρικές και χρονικές κλίμακες να διατηρούν ή να επιστρέφουν σε επιθυμητές λειτουργίες ενόψει μιας διαταραχής, να προσαρμόζονται στις αλλαγές και να μετασχηματίζουν γρήγορα συστήματα που περιορίζουν την τωρινή και μελλοντική προσαρμοστική ικανότητα». (Meerow, Newell, & Stults, 2016)

### Παράκτια ζώνη

Παρά το γεγονός ότι ο προσδιορισμός της παράκτιας ζώνης δεν είναι εύκολος, καθώς πρόκειται για περιοχή που δεν έχει ορισμένη γεωγραφική έκταση, στην βιβλιογραφία υπάρχουν ποικίλοι ορισμοί της έννοιας.

Η οριοθέτηση της παράκτιας ζώνης διαφέρει ανάλογα με το σκοπό, την επιστήμη, τα προβλήματα που πρέπει να αντιμετωπιστούν και τις ιδιαιτερότητες της κάθε περιοχής.

Ο όρος «Παράκτια Ζώνη» συναντάται πρώτη φορά στο νομοθετικό πλαίσιο των ΗΠΑ το 1972 και πιο συγκεκριμένα στο κομμάτι της διαχείρισης της παράκτιας ζώνης, όπου σημειώνεται πως «Με τον όρο παράκτια ζώνη νοούνται τα παράκτια ύδατα (συμπεριλαμβανομένων των χερσαίων τμημάτων μέσα και κάτω από αυτά) και η παρακείμενη χερσαία ζώνη (συμπεριλαμβανομένων των υδάτων μέσα και κάτω από αυτή), που επηρεάζονται σημαντικά το ένα από το άλλο και είναι σε μικρή απόσταση από τις ακτές των διάφορων παράκτιων κρατών και περιλαμβάνει νησιά, μεταβατικές και παλιρροιακές περιοχές, αλυκές, υγρά εδάφη και τις παραλίες» (Coastal Zone Managment Act of 1972, 1972)

Σύμφωνα με το Άρθρο 2 του Πρωτόκολλου για την Ολοκληρωμένη Διαχείριση της Παράκτιας Ζώνης της Μεσογείου, ως Παράκτια Ζώνη ορίζεται «η γεωμορφολογική περιοχή εκατέρωθεν της ακτογραμμής στην οποία η αλληλεπίδραση μεταξύ του θαλάσσιου και του χερσαίου τμήματος αποκτά την μορφή πολύπλοκων συστημάτων οικολογικών στοιχείων και πόρων, αποτελούμενων από βιοτικές και αβιοτικές συνιστώσες που συνυπάρχουν και αλληλοεπιδρούν με τις ανθρώπινες κοινότητες και τις σχετικές κοινωνικές και οικονομικές δραστηριότητες». (Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης, 2008)

Ο Χ. Κοκκώσης στο άρθρο του «Δημιουργία γεωγραφικού συστήματος πληροφοριών για τις παράκτιες περιοχές της Ελλάδας», για την παράκτια ζώνη αναφέρει: «Η Παράκτια Ζώνη είναι μία μεταβατική ζώνη η οποία παρουσιάζει δύο άξονες: ο ένας επιμήκης, παράλληλος κατά μήκος της ακτής και ο δεύτερος κάθετος σε αυτήν. Το όριο του πρώτου δεν τέμνει κάποιο όριο περιβαλλοντικού συστήματος ,με εξαίρεση τα χερσαία υδρογραφικά όρια, αντίθετα με τον δεύτερο όπου εμφανίζονται ισχυρές δυσκολίες ως προς το εύρος του ορίου. Το αποτέλεσμα είναι το όριο της Παράκτιας Ζώνης να ποικίλλει, εκτεινόμενο από μερικά μέτρα από την ακτογραμμή, έως τα όρια της λεκάνης απορροής, ενώ ταυτόχρονα το θαλάσσιο όριο της

μπορεί να φθάνει έως και τα όρια του κράτους. Σαν αποτέλεσμα, ένα από τα συχνά απαντημένα προβλήματα στην περιβαλλοντική διαχείριση των φυσικών πόρων και των ανθρώπινων δραστηριοτήτων στην Παράκτια Ζώνη είναι η χωρική οριοθέτηση του παράκτιου συστήματος, τόσο στο θαλάσσιο όσο και στο χερσαίο τμήμα του.» (Κοκκώσης, Δημητρίου, & Κωσταντόγλου, 1999)

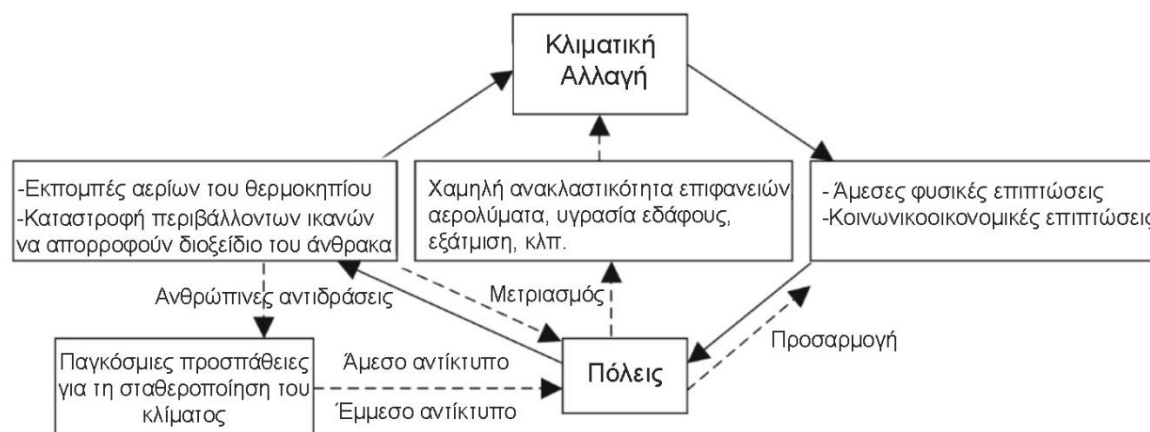
## 1.2 Συνέπειες της κλιματικής αλλαγής στις πόλεις

Η κλιματική αλλαγή είναι ένα παγκόσμιο φαινόμενο που επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την αστική ζωή.

Σύμφωνα με τους O'Brien et al. (2006:68) «Η κλιματική αλλαγή είναι ένας πολύπλευρος (από ξηρασία σε πλημμύρα) και πολυδιάστατος (από τοπικός σε παγκόσμιος) κίνδυνος που έχει βραχυπρόθεσμες, μεσοπρόθεσμες και μακροπρόθεσμες πτυχές και άγνωστα αποτελέσματα». (Anand & Seetharam, 2011)

Αν και οι πόλεις συμβάλλουν σημαντικά στην κλιματική αλλαγή, αφού οι παράγοντες που συντέλεσαν στη διατάραξη του κλιματικού συστήματος, όπως είναι η αυξημένη κατανάλωση ενέργειας, η παραγωγή αποβλήτων και η καύση ορυκτών καυσίμων, που οδηγούν σε υψηλές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, εντοπίζονται κατά κύριο λόγο σε περιοχές που χαρακτηρίζονται από έντονη ανθρώπινη ανάπτυξη, επηρεάζονται επίσης σοβαρά από αυτήν.

Οι πόλεις επηρεάζονται όλο και περισσότερο από τις φυσικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, όπως η αυξημένη συχνότητα των δυσμενών κλιματικών επιπτώσεων (πλημμύρες, τυφώνες, ζημιές σε υποδομές κ.ο.κ) και από τις κοινωνικοοικονομικές επιπτώσεις τέτοιων συνεπειών (Dhakal, 2008). Εκτός από τις φυσικές επιπτώσεις, οι πόλεις επηρεάζονται οικονομικά, κοινωνικά και περιβαλλοντικά, αν και έμμεσα, λόγω των απαιτήσεων των διεθνών κλιματικών καθεστώτων, των αυξανόμενων αγορών άνθρακα, των μεταφορών τεχνολογίας και των χρηματοοικονομικών μηχανισμών. (Dhakal, 2008) Τέτοιες αλληλεπιδράσεις φαίνονται στην εικόνα 1.



\* Οι πόλεις επηρεάζουν τις εκπομπές αερίου μέσω των ορυκτών καυσίμων και των αλλαγών στις χρήσεις γης

**Εικόνα 1 Αλληλεπιδράσεις μεταξύ πόλεων και κλιματικής αλλαγής. Πηγή: Dhaka, 2008**

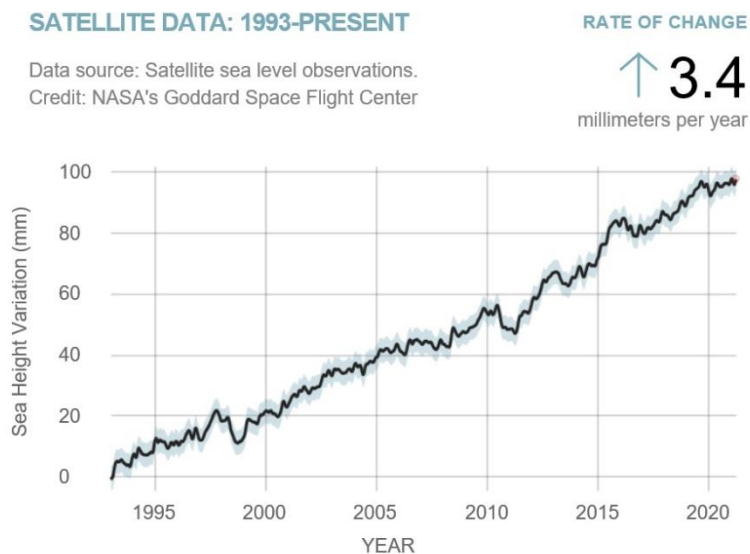
Η ταχεία αύξηση του πληθυσμού, οι περιορισμοί στη στέγαση και τις υποδομές, η παλαιωμένη ύδρευση και αποχέτευση έχουν επιδεινώσει τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι πόλεις με την εξέλιξη της κλιματικής αλλαγής. Αν και τα ακραία καιρικά φαινόμενα (πλημμύρες, κύματα καύσωνα, ξηρασίες) δεν είναι πρόσφατο φαινόμενο, η συχνότητα ή/και η σοβαρότητα τους αυξάνεται με την αλλαγή του κλίματος ίδια με την άνοδο της παγκόσμιας θερμοκρασίας και συνοδό άνοδο της στάθμης της θάλασσας (Anand & Seetharam, 2011) με συνέπεια δαπανηρές επιπτώσεις στις βασικές υπηρεσίες, τις υποδομές, τη στέγαση, τα μέσα διαβίωσης και την υγεία των πόλεων. (UNEP, 2021)

Αν και δεν είναι εύκολο να προβλεφθούν με ακρίβεια όλες οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στις πόλεις, ωστόσο πολλές μελέτες συγκεντρώνουν και καταγράφουν τις πιθανές και αναμενόμενες συνέπειες της (Balaban 2011, UNEP 2021, IPCC 2001), μεταξύ των οποίων: η άνοδος της στάθμης της θάλασσας, τα ακραία καιρικά φαινόμενα και οι πλημμύρες, τα κύματα καύσωνα και οι υψηλές θερμοκρασίες, η ατμοσφαιρική ρύπανση, η έλλειψη νερού και η ρύπανση των υδάτων και τέλος η ξηρασία.

### **1.2.1 Άνοδος της στάθμης της θάλασσας και καταιγίδες**

Η κλιματική αλλαγή είναι πιθανό να έχει ικανές επιπτώσεις στις παράκτιες πόλεις, κυρίως μέσω της ανόδου της στάθμης της θάλασσας και των καταιγίδων.

Ο τωρινός (και προβλεπόμενος) ρυθμός μεταβολής της στάθμης (εικ.2) αποδίδεται εξολοκλήρου στην ανθρωπογενή κλιματική αλλαγή.



**Εικόνα 2 Οι δορυφορικές παρατηρήσεις της αύξησης της στάθμης της θάλασσας από το 1993 έως το 2021. Πηγή NASA, 2022**

Η υπερθέρμανση του πλανήτη έχει προκαλέσει διαταραχή στην ισορροπία των παγετώνων στον Αρκτικό Κύκλο. Η ικανότητα των ωκεάνιων υδάτων να απορροφούν θερμότητα έχει συμβάλει στην αύξηση τους λόγω θερμικής διαστολής. Η αύξηση της επιφανειακής απορροής του νερού λόγω αστικοποίησης, περιορίζει τον υδροφόρο ορίζοντα και προκαλεί εισροή μεγαλύτερου όγκου νερού από την γη στους ωκεανούς (Μαλισόβα, 2019).

Η IPCC προβλέπει άνοδο της στάθμης της θάλασσας κατά περίπου 18 cm έως το 2040 (και περίπου 48 cm έως το 2100 στην πιο ακραία περίπτωση) που σε συνδυασμό με την αύξηση της συχνότητας και της έντασης των καταιγίδων είναι πιθανό να έχουν αρκετές συνέπειες στις παράκτιες πόλεις (πιθανές άμεσες: παράκτιες πλημμύρες, μετατόπιση πληθυσμών, διάβρωση και υποχώρηση των ακτών και αυξημένη αλατότητα στους παράκτιους υδροφορείς). Οι πιθανές έμμεσες συνέπειες περιλαμβάνουν δυσλειτουργία των παράκτιων οικοσυστημάτων και τουριστικών δραστηριοτήτων με αποτέλεσμα την αλλαγή στην κατοικία (εσωτερική μετανάστευση) και την οικονομική δραστηριότητα των παράκτιων πληθυσμών. (Balaban, 2011)

Τα πλημμυρικά φαινόμενα αποτελούν άμεση απειλή για τις υποδομές των παράκτιων αστικών περιοχών (κατοικίες/ υπηρεσίες ή και σημαντικές εγκαταστάσεις όπως τα εμπορικά λιμάνια). Σε ακραίες περιπτώσεις, η αύξηση της στάθμης μπορεί να προκαλέσει την κατάρρευση προστατευτικών αναχωμάτων και ανάγκη συνεχούς, οικονομικά ασύμφορης, ανανέωσης των αντιπλημμυρικών φραγμάτων.

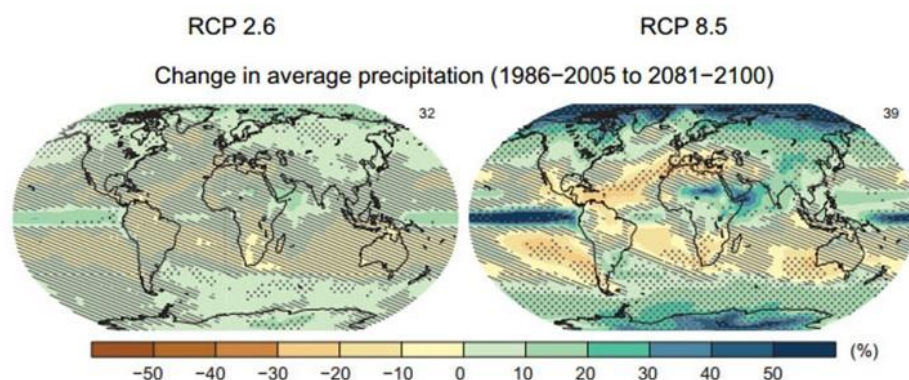
Επιπρόσθετα η αύξηση της στάθμης επηρεάζει σημαντικά την μορφολογία των ακτών μέσω της διάβρωσης και της πρόσχωσης του εδάφους. (Μαλισόβα, 2019)



### **1.2.2 Ακραία καιρικά φαινόμενα κατακρημνίσεων και πλημμύρες**

Αναμενόμενα, η κλιματική αλλαγή είναι πιθανό να αυξήσει τη συχνότητα και την ένταση των πλημμυρών κυρίως λόγω ακραίων καιρικών φαινομένων. Τα υψηλότερα επίπεδα της θάλασσας και οι καταιγίδες θα καταλήξουν σε παράκτιες πλημμύρες, ενώ οι αυξημένες ροές των ποταμών λόγω των παγετώνων και της τήξης του χιονιού μπορεί να προκαλέσουν πλημμύρες σε αστικές περιοχές. (Balaban, 2011)

Ήδη από το 1950, έχουν παρατηρηθεί αλλαγές στη φυσιολογική υδρολογία, ενώ η εμφάνιση τους κλιμακώνεται συνεχώς με το πέρασμα του χρόνου. Στην προσπάθεια εκτίμησης των πιθανών εξελίξεων των παγκόσμιων φαινομένων κατακρημνίσεων, η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC) αναγνώρισε ότι οι τροποποιήσεις στον κύκλο του νερού είναι πιο πολύπλοκες από τις αλλαγές στη θερμοκρασία και τη στάθμη της θάλασσας. Έτσι, σύμφωνα με το RCP(Representative Concentration Pathways) 8.5, ένα από τα σενάρια της Πέμπτης αξιολόγησης της IPCC το 2014 που περιγράφουν διάφορες πιθανές μελλοντικές εξελίξεις του κλίματος, ορισμένες περιοχές του πλανήτη θα αντιμετωπίσουν αυξημένη υδρολογική δραστηριότητα, ενώ άλλες μειωμένη, όπως φαίνεται και στην εικόνα 3.



**Εικόνα 3 Μεταβολή των μέσων τιμών κατακρημνίσεων (1986 - 2005 με 2081 - 2100). Πηγή IPCC, 2013**

Οι υδρατμοί που τροφοδοτούν τις κατακρημνίσεις, προέρχονται από δύο πηγές. Το 60% από τους ωκεανούς μέσω της διαδικασίας της εξάτμισης, ενώ το 40% ανακυκλώνεται πάνω από τις ηπείρους. Κυρίως υπεύθυνη για τις ακραίες μεταβολές που έχουν παρατηρηθεί θεωρείται η αύξηση των παγκόσμιων θερμοκρασιών που διαταράσσει τον υδρολογικό κύκλο μέσω επίταξης της εξάτμισης. Ακόμη η ικανότητα του ατμοσφαιρικού αέρα να συγκρατεί τους υδρατμούς αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας του, γεγονός που πολλαπλασιάζει τα ποσοστά υγρασίας της ατμόσφαιρας. Για παράδειγμα, η ικανότητα της συγκράτησης νερού αυξάνεται κατά 7% όταν η θερμοκρασία του αέρα αυξάνεται κατά 1 °C . Καθώς η ατμοσφαιρική υγρασία αποτελεί το κύριο αέριο του θερμοκηπίου, οι αλλαγές της δεν θα μπορούσαν παρά να επηρεάζουν τον κύκλο του νερού με την παραγωγή περισσότερων κατακρημνίσεων. (Μαλισόβα, 2019)

Οι έντονες βροχοπτώσεις και χιονοπτώσεις είναι τα πιο συχνά ακραία καιρικά φαινόμενα κατακρημνίσεων που πρόκειται να πλήξουν τις αστικές περιοχές του πλανήτη. Στις περιοχές τροπικής ζώνης, η κλιματική αλλαγή θα έχει επίδραση και στα φαινόμενα των τροπικών

κυκλώνων, που είναι καιρικά συστήματα συσχετισμένα με καταιγίδες και δυνατούς ανέμους και χαρακτηρίζονται από συγκεκριμένα μοτίβα κυκλοφορίας του αέρα.

Η αύξηση της ταχύτητας του ανέμου και της διάρκειας των καταιγίδων ,ένα χαρακτηριστικό της αύξησης στην ένταση των τροπικών κυκλώνων σε πολλές περιοχές του Ισημερινού, έχει παρατηρηθεί ήδη από το 1970.

Επιπρόσθετα η αύξηση της συχνότητας και της έντασης των πλημμυρών στις αστικές περιοχές αποτελεί την πιο πιθανή επίπτωση αυτών των ακραίων γεγονότων. Τα πλημμυρικά φαινόμενα στις πόλεις είναι συχνά επακόλουθο της κάλυψης μεγάλου τμήματος του φυσικού εδάφους με μη υδατοπερατά υλικά, γεγονός που αφενός ενισχύει την ταχύτητα και τον όγκο της επιφανειακής απορροής και διοχετεύει τα όμβρια ύδατα στα συνήθως ανεπαρκή αποστραγγιστικά συστήματα των πόλεων , συνθήκη που επιδρά αρνητικά και στην ποιότητα του αστικού νερού, αφού η αυξημένη απορροή συνεπάγεται και αυξημένη συλλογή ρυπογόνων που βρίσκονται στο έδαφος.

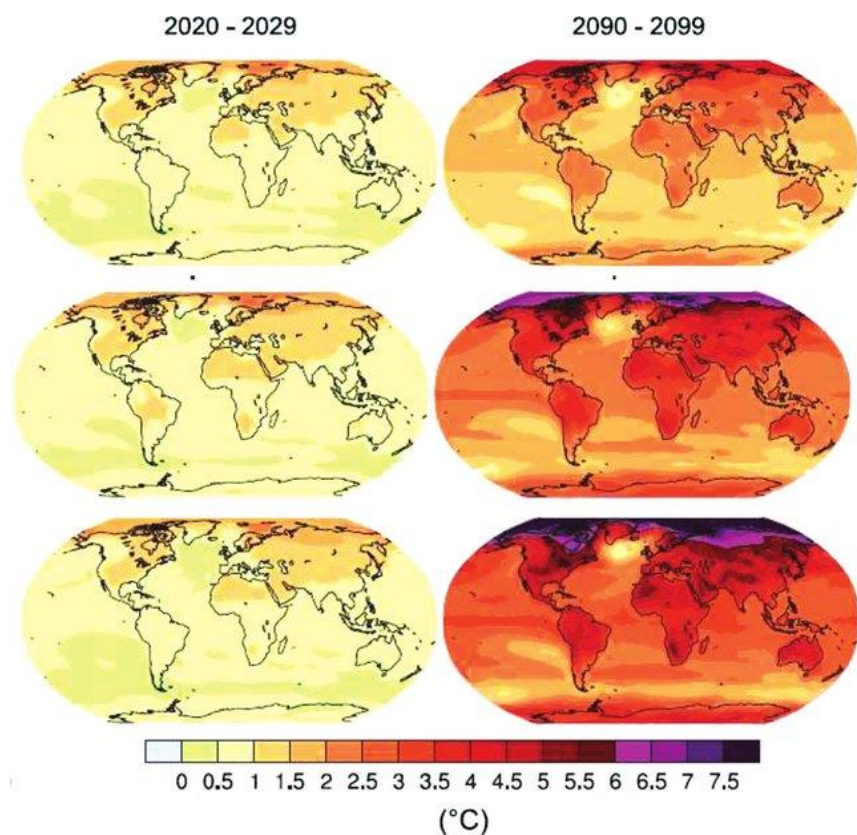
Επιπτώσεις που επηρεάζουν προς το χειρότερο την παραγωγικότητα και την οικονομία των κοινοτήτων λόγω των πλημμυρών , κυμαίνονται από την παράλυση των λειτουργιών τους, όπως είναι οι μεταφορές , η μετάδοση και διανομή ενέργειας ,αλλά και η απώλεια κτιρίων, υπαίθριου χώρου και κομβικών υποδομών (γέφυρες, οδικό δίκτυο) (Μαλισόβα, 2019)

Τέλος σε ορεινές περιοχές, η ένταση των βροχοπτώσεων σε συνδυασμό με το λιώσιμο των πάγων λόγω υπερθέρμανσης είναι πιθανό να οδηγήσει και σε άλλες φυσικές καταστροφές όπως η διάβρωση του εδάφους και κατολισθήσεις. (Μαλισόβα, 2019)

Δεν είναι δυνατό ωστόσο να ποσοτικοποιηθούν οι αλλαγές στους κινδύνους πλημμύρας με ακρίβεια για όλες τις αστικές περιοχές καθώς οι κίνδυνοι πλημμυρών πόλεων δεν συνδέονται μόνο με τις αλλαγές στις βροχοπτώσεις. Αντίθετα, προκύπτουν ως αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης μεταξύ των αλλαγών στη συχνότητα και σφοδρότητα της βροχόπτωσης και μιας σειράς χωρικών δεδομένων όπως το μέγεθος του πληθυσμού που εγκαθίσταται σε περιοχές επιρρεπείς στις πλημμύρες, οι δυνατότητες των (συχνά παλαιωμένων) αστικών συστημάτων αποχέτευσης αλλά και οι αλλαγές στη χρήση γης μέσα και γύρω από τις λεκάνες απορροής (Balaban, 2011).

### **1.2.3 Κύματα καύσωνα και υψηλές θερμοκρασίες**

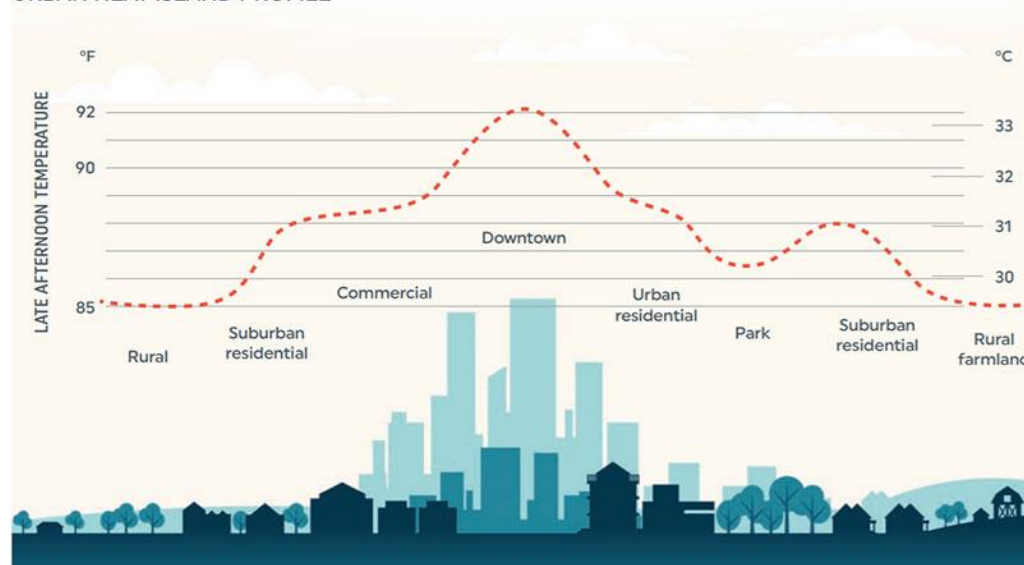
Η αύξηση της θερμοκρασίας παγκοσμίως αποτελεί μια από τις κρίσιμες συνέπειες της κλιματικής αλλαγής. (εικ. 4)



Εικόνα 4 Οι τρέχουσες και προβλεπόμενες μεταβολές της θερμοκρασίας παγκοσμίως. Οι πάνω χάρτες την εκτιμώμενη κλιματική αλλαγή για μια παγκόσμια μέση μεταβολή θερμοκρασίας 28°C, οι μεσαίοι χάρτες μια αλλαγή 38°C και οι κάτω 48°C. Πηγή Kjellstrom, 2015

Οι μεγάλες πόλεις με υψηλότερη πυκνότητα, υποφέρουν από το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας, με αύξηση της θερμοκρασίας 5°C έως 6°C στους αστικούς πυρήνες σε σχέση με τις γύρω αγροτικές περιοχές (εικ.5). (Balaban, 2011)

#### URBAN HEAT ISLAND PROFILE



Εικόνα 5 Το φαινόμενο της Αστικής Θερμικής νησίδας. Πηγή Heat Island Group, Lawrence Berkeley National Laboratory, 2019

Οι θερμικές νησίδες εμφανίζονται όταν ένα ευρύ τμήμα του φυσικού εδάφους και της βλάστησης αντικαθίσταται από δομημένες επιφάνειες που απορροφούν την ηλιακή ακτινοβολία κατά τη διάρκεια της ημέρας και την επανεκπέμπουν τη νύχτα, με αποτέλεσμα την επιβράδυνση της διαδικασίας ψύξης και τη διατήρηση υψηλών θερμοκρασιών καθ' όλη τη διάρκεια του εικοσιτετράωρου. Επιπλέον η πυκνή δόμηση και η πολύπλοκη τοπογραφία των σύγχρονων πόλεων, έχουν οδηγήσει στο σχηματισμό αστικών χαραδρών, που συγκρατούν αξιοσημείωτο ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας η οποία παραμένει εγκλωβισμένη από τις πολλαπλές ανακλάσεις της στις επιφάνειες των κτιρίων. Εννοείται πως η κατάσταση επιδεινώνεται ακόμα περισσότερο από την εκπομπή θερμότητας από την ανθρώπινη δραστηριότητα στις πόλεις. (Μαλισόβα, 2019)

Η κλιματική αλλαγή αναμένεται να αυξήσει τη συχνότητα και τη σοβαρότητα των επιπτώσεων των αστικών θερμικών νησίδων λόγω της αυξημένης ηλιακής ακτινοβολίας. Είναι αποδεκτό ότι οι περισσότερες πόλεις θα αντιμετωπίσουν περισσότερα κύματα καύσωνα, υψηλότερες θερμοκρασίες και ξηρασία. Τα κύματα καύσωνα και οι αυξήσεις της θερμοκρασίας μπορεί να έχουν αρκετές συνέπειες στην ανθρώπινη ζωή και στις αστικές οικονομίες. Πρώτα απ' όλα, οι υψηλότερες θερμοκρασίες θα αυξήσουν την ενεργειακή ζήτηση για ψύξη εσωτερικών χώρων. Για παράδειγμα, για την πόλη της Αθήνας, υπολογίζεται ότι η ζήτηση ενέργειας κατά τη θερινή ώρα θα αυξηθεί κατά 30% έως τη δεκαετία του 2080. Τέτοια ποσοστά θα είναι σαφώς ψηλότερα σε θερμότερα κλίματα. (Balaban, 2011)

Επιπροσθέτως, τα κύματα καύσωνα και οι αυξήσεις της θερμοκρασίας είναι πιθανό να επηρεάσουν την ανθρώπινη υγεία όσον αφορά στη νοσηρότητα και στα προβλήματα υγείας που σχετίζονται με τη θερμότητα και τα υψηλότερα ποσοστά θνησιμότητας που καταγράφονται το καλοκαίρι.

Επιπλέον, οι πιο συχνές και έντονες συνθήκες καύσωνα μπορεί να επιφέρουν αλλαγές στους υπάρχοντες τουριστικούς προορισμούς αποθαρρύνοντας την επίσκεψη ταξιδιωτών σε ορισμένες περιοχές όπως η νότια Ευρώπη κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Ακόμη, οι υψηλότερες θερμοκρασίες και τα κύματα καύσωνα θα συμβάλουν στην κατασπατάληση του νερού λόγω της αυξημένης κατανάλωσης του σε θερμότερες περιόδους και θα προκαλέσουν υποβάθμιση του αστικού πρασίνου και των οικοσυστημάτων.

#### **1.2.4 Ατμοσφαιρική ρύπανση**

Η επιβάρυνση της ποιότητας του αέρα ή/και η αύξηση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης είναι μια άλλη πιθανή συνέπεια της κλιματικής αλλαγής. Καθώς οι συγκεντρώσεις ατμοσφαιρικών ρύπων, συνδέονται με τα επίπεδα θερμοκρασίας, την ηλιακή ακτινοβολία και την υγρασία, η ατμοσφαιρική ρύπανση μπορεί να αυξηθεί κατά τη διάρκεια του καύσωνα. Η μικρή ταχύτητα ανέμου, που σημαίνει λιγότερη κυκλοφορία αέρα μέσα στις αστικές περιοχές σε θερμότερες περιόδους, μπορεί να συμβάλει στην επιδείνωση της ποιότητας του αέρα. Η αυξημένη ατμοσφαιρική ρύπανση και η μειωμένη ποιότητα του αέρα αναμένεται να επιφέρουν προβλήματα υγείας με ασθένειες που σχετίζονται με το αναπνευστικό σύστημα, όπως το άσθμα, και τα χρόνια νοσήματα. (Balaban, 2011)

#### **1.2.5 Έλλειψη νερού και ρύπανση των υδάτων**

Η κλιματική αλλαγή μπορεί δυνητικά να οδηγήσει σε λειψυδρία λόγω της μείωσης της διαθεσιμότητας γλυκού νερού. Η κλιματική αλλαγή θα επηρεάσει την παροχή νερού με δύο τρόπους. Αφενός, οι πόλεις και οι λεκάνες απορροής τους θα έχουν λιγότερες βροχοπτώσεις. Ως εκ τούτου, οι αλλαγές στα καθεστώτα βροχοπτώσεων θα επιφέρουν μειώσεις στις ροές των ποταμών και πτώση στους πίνακες των υπόγειων υδάτων. Επιπλέον, οι υψηλές θερμοκρασίες θα αυξήσουν τον ρυθμό εξάτμισης και, ως εκ τούτου, θα μειώσουν τα αποθέματα νερού. Αφετέρου, η θερμοκρασία αυξάνεται και τα κύματα καύσωνα θα αυξήσουν τη ζήτηση για νερό και κατανάλωση νερού. Ως εκ τούτου, τα τρέχοντα αποθέματα νερού θα υφίστανται ρητή πίεση τόσο από τις μειώσεις των πηγών όσο και από την αύξηση της ζήτησης. Εξάλλου, η κλιματική αλλαγή θα επιφέρει και μειώσεις στην ποιότητα του νερού. Οι χαμηλότερες ροές ποταμών θα μειώσουν το επίπεδο αραιώσης της ανεξέλεγκτης απόρριψης και θα αυξήσουν την αλατούχα διείσδυση στις εκβολές ποταμών.

Μέχρι το 2025, εκτιμάται ότι το ποσοστό του παγκόσμιου πληθυσμού που ζει σε χώρες που αντιμετωπίζουν έλλειψη νερού, θα αυξηθεί σε περίπου πέντε δισεκατομμύρια ανθρώπους - ή τα δύο τρίτα του παγκόσμιου πληθυσμού μέχρι τότε. Ο υδρολογικός κύκλος –ποιότητα, ποσότητα και προσβασιμότητα του νερού– θα αλλάξει με την κλιματική αλλαγή. Από την πλευρά της παροχής νερού, η κλιματική αλλαγή μεταβάλλει τα μοτίβα βροχοπτώσεων, τις χιονοπτώσεις, τις απορροές, τις ροές των ποταμών και την αναπλήρωση του νερού. Καθώς οι παγκόσμιες θερμοκρασίες αυξάνονται, ο υδρολογικός κύκλος θα ενταθεί, οδηγώντας σε μεγαλύτερες και πιο ακραίες περιόδους ξηρών καιρικών συνθηκών και έντονων βροχοπτώσεων, γεγονός που συνεπάγεται υψηλότερο κίνδυνο ξηρασίας και πλημμύρας. Με την αλλαγή της βροχόπτωσης και της απορροής, οι υδάτινοι πόροι σε ορισμένες χώρες θα

αυξηθούν, ενώ σε άλλες θα μειωθούν. Σε περιοχές όπου το λιώσιμο του χιονιού είναι κύρια πηγή ροής νερού, μια αλλαγή στο μοτίβο της χιονόπτωσης θα επηρεάσει άμεσα τη διαθεσιμότητα του. Από την πλευρά της ζήτησης, η θέρμανση είναι πιθανό να επηρεάσει τους υδάτινους πόρους αυξάνοντας τη ζήτηση για άρδευση, οικιακή και βιομηχανική χρήση. (Anand & Seetharam, 2011)

### **1.2.6 Ξηρασία**

Η αύξηση των ακραίων φαινομένων κατακρημνίσεων δεν συνεπάγεται αύξηση στις συνολικές κατακρημνίσεις ενός χρονικού διαστήματος, αφού ορισμένα κλιματικά μοντέλα δείχνουν μείωση της μέσης βροχόπτωσης και αύξηση της διάρκειας των περιόδων ξηρασίας σε διάφορες τοποθεσίες. (IPCC 2013).

Διατυπώνονται 3 τύποι ξηρασίας, ανάλογα με τους παράγοντες που συντέλεσαν στην ανάπτυξή της:

- 1) Η μετεωρολογική ξηρασία, όπου τα φαινόμενα κατακρημνίσεων φτάνουν κάτω από τα φυσιολογικά επίπεδα.
- 2) Η γεωργική ξηρασία, η οποία πηγάζει από την αύξηση των μέσων τιμών της τοπικής θερμοκρασίας και του ρυθμού εξάτμισης.
- 3) Η υδρολογική ξηρασία, που σχετίζεται με την μείωση της απορροής και την εξάντληση των υπογείων υδροφορέων. (NDMC, 2022) (Μαλισόβα, 2019)

Σε κάθε περίπτωση, μια τέτοια αλλαγή δεν θα μπορούσε παρά να επιφέρει κινδύνους τόσο για τα ανθρώπινα, όσο και για τα φυσικά συστήματα. Άμεση επίπτωση , η έκθεση των πόλεων σε προβλήματα λειψυδρίας , γεγονός που υποβαθμίζει τις αστικές λειτουργίες και την ποιότητα ζωής των ανθρώπων.

Παράλληλα η ξηρασία σε συνδυασμό με τη διαρκώς επιταχυνόμενη εξάτμιση των επιφανειακών υδάτων ενδέχεται να οδηγήσει σε μείωση της στάθμης των ποταμών με συνέπεια τη δυσλειτουργία των τοπικών παραποτάμιων οικοσυστημάτων (λιμανιών και πλοήγησης ή/και μεταφορές προϊόντων).

Αλλά και η σύσταση του εδάφους των αστικών περιοχών επηρεάζεται από τα έντονα φαινόμενα ξηρασίας καθώς η έλλειψη υγρασίας του συνεπάγεται τη συμπύκνωση και μείωση της σταθερότητας του. Ιδιαίτερα στην περίπτωση των τυρφωδών εδαφών, είναι σημαντικός ο κίνδυνος υποχώρησης τους με συνέπεια απώλεια κτιρίων , δρόμων, αγωγών και προστατευτικών αναχωμάτων. Ακόμα, η αλλοίωση της σύστασης του εδάφους, ελαχιστοποιεί το χρόνο διήθησης του επιφανειακού ύδατος , με αποτέλεσμα να οδηγείται στα (συχνά ανεπαρκή για τη διαχείριση του αυξημένου όγκου της απορροής) συστήματα αποστράγγισης. Επίπτωση , εκτός της υποβάθμισης της ποιότητας των αστικών υδάτων, και η εμφάνιση σημαντικών απωλειών σε υποδομές και οικονομικούς πόρους. (Μαλισόβα, 2019)

Τέλος, η κλιματική αλλαγή έχει ήδη οδηγήσει σε αύξηση της διάρκειας της περιόδου των πυρκαγιών και της συχνότητας τους σε περιοχές αυξημένων θερμοκρασιών και έντονης ξηρασίας. (Στυλιανάκης, 2015)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Παράκτιες πόλεις και κλιματική αλλαγή: Επιπτώσεις και πολιτικές προσαρμογής στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας

Κάθε σύγχρονη πόλη έρχεται αντιμέτωπη με τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής και απειλείται από αυτές σε διαφορετικό βαθμό, ανάλογα με το επίπεδο της ανθεκτικότητάς της. (Σταματοπούλου, 2017)

Οι παράκτιες πόλεις ωστόσο, αντιμετωπίζουν πολύ μεγαλύτερο κίνδυνο από αυτές της ενδοχώρας, αφού συγκεντρώνουν μεγάλο μέρος του παγκόσμιου πληθυσμού και της οικονομικής δραστηριότητας, ενώ παράλληλα, είναι εκτεθειμένες και ευάλωτες σε μια σειρά κινδύνων που συνδέονται με την αλλαγή του κλίματος και την επίδραση του στους ωκεανούς, με κρισιμότερο αυτών, την άνοδο της στάθμης της θάλασσας.

Έτσι, στο παρόν κεφάλαιο της εργασίας, αναλύονται τόσο οι συνέπειες που επιφέρει η κλιματική αλλαγή στους παράκτιους αστικούς σχηματισμούς, όσο και οι πολιτικές μετριασμού και αντιμετώπισης της ανόδου της στάθμης της θάλασσας από διεθνείς οργανισμούς, με σκοπό την ορθότερη αξιολόγηση παραδειγμάτων πόλεων, με πρακτικές προσαρμογής στο φαινόμενο.

### 2.1 Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στις παράκτιες πόλεις

Έχοντας αναλύσει στο πρώτο κεφάλαιο της ερευνητικής εργασίας το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής και τις συνέπειες του στον αστικό χώρο, στο παρόν διερευνώνται και περιγράφονται τα **περιβαλλοντικά, οικονομικά και κοινωνικά προβλήματα** που δύναται να αντιμετωπίσουν οι παράκτιες πόλεις, λόγω του φαινομένου, ώστε να αποτελέσουν το υπόβαθρο για τη λήψη των κατάλληλων πολιτικών προσαρμογής ή αποκατάστασης σε αλλαγές.



### 2.1.1 Περιβαλλοντικά προβλήματα




Ενώ οι πόλεις της ενδοχώρας και οι παράκτιοι οικισμοί μπορούν να εκτεθούν σε κινδύνους που προκαλούνται από την αλλαγή του κλίματος, όπως η αστική θερμική νησίδα και η ατμοσφαιρική ρύπανση, (όπως είδαμε και στο κεφάλαιο 1 ενότητα 2), οι τελευταίοι, υπόκεινται επίσης σε διακριτούς κινδύνους που σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή και τους ωκεανούς, όπως η άνοδος της στάθμης της θάλασσας, η έκθεση σε τροπικούς κυκλώνες και καταιγίδες, οι πλημμύρες από ακραίες παλίρροιες ή καθίζηση εδάφους από μειωμένη εναπόθεση ιζημάτων κατά μήκος των παράκτιων δέλτα και των εκβολών ποταμών.

Στις παράκτιες πόλεις, εντοπίζονται συνήθως ορισμένα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που τις διακρίνουν από τις άλλες περιοχές. Τα κυριότερα από αυτά αποτελούν: η λειτουργία τους ως πόλεις-λιμάνια, η εξειδίκευσή τους στον τομέα του τουρισμού, η μορφή της ρυμοτομίας τους (η οποία εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την τοπογραφία της εκάστοτε περιοχής), η κατανομή μεγάλων και μικρών προαστίων γύρω από την εκάστοτε κεντρική περιοχή, και η ποικιλομορφία των κτιρίων τους. Ανάλογα με την γεωγραφία τους, οι παράκτιες πόλεις διαθέτουν και ισχυρότερα λιμάνια, που επηρεάζουν σε μεγαλύτερο βαθμό την οικονομία τους. Αυτός είναι ο λόγος που συχνά παρατηρείται αναβάθμιση των εμπορικών και βιομηχανικών δραστηριοτήτων τους (Στυλιανάκης, 2015).

Οι πόλεις αυτές κυμαίνονται από μικρούς οικισμούς κατά μήκος πλωτών οδών και εκβολών ποταμών, ή μικρά νησιωτικά κράτη με παραλίες και Ατόλες<sup>1</sup>, που αποτελούν σημαντικά τουριστικά αξιοθέατα, σε μεγάλες πόλεις που αποτελούν σημαντικούς συγκοινωνιακούς και οικονομικούς κόμβους, έως και μέγα-περιοχές με αρκετές παράκτιες μεγαλουπόλεις.

Οι κίνδυνοι μπορεί να διαφέρουν σημαντικά μεταξύ διαφορετικών τύπων παράκτιων πόλεων (εικ. 6). Πόλεις που βρίσκονται σε ακτές των Δελταϊκών και των εκβολών ποταμών για παράδειγμα, αντιμετωπίζουν μεγαλύτερο κίνδυνο πλημμυρών σε σύγκριση με αυτές που βρίσκονται σε ανοιχτές ακτές. (IPCC, 2018)

1. Οι Ατόλες είναι κοραλλιογενή νησιά, τα οποία έχουν δακτυλιοειδές σχήμα και βρίσκονται σε τροπικές θάλασσες. Στο κέντρο τους βρίσκεται λιμνοθάλασσα, η διάμετρος της οποίας μπορεί να είναι άνω των 75 χιλιομέτρων. Τέτοια νησιά απαρτίζουν και ολόκληρα κράτη, όπως οι Μαλδίβες, το Τουβαλού και η Γαλλική Πολυνησία, κυρίως στον Ειρηνικό και τον Ινδικό ωκεανό.

ARCHETYPE	DESCRIPTION	EXAMPLE
<p><b>1</b></p> <p>OPEN, URBANIZED COAST WITH BEACH AND/OR SAND DUNES</p> 	<p>Urbanised areas, low lying and attractive for tourism. May be protected by sand dunes and sand nourishment to maintain coastline</p>	<p>Holland coast (the Netherlands), Catalan coast (Spain), Miami Beach (FL)</p>
<p><b>2</b></p> <p>URBAN DELTA</p> 	<p>Urbanised area, with river delta</p>	<p>Mekong delta with Ho Chi Minh City (Vietnam), Nile delta with Alexandria (Egypt)</p>
<p><b>3</b></p> <p>URBAN ESTUARY</p> 	<p>Urbanised area, with brackish estuaries</p>	<p>Elbe with Hamburg (Germany), Thames with London (UK), La Plata with Buenos Aires, New York</p>

Εικόνα 6 Διαφορετικοί τύποι παράκτιων οικισμών με παραδείγματα. Πηγή Marjolijn Haansnoot, 2019

Στην παρούσα ενότητα γίνεται περιγραφή των πιο σοβαρών περιβαλλοντικών προβλημάτων που προκαλούνται από την κλιματική αλλαγή και δύναται να αντιμετωπίσουν οι παράκτιες πόλεις. Αυτά είναι: **η άνοδος της στάθμης της θάλασσας** και οι **παράκτιες πλημμύρες**, τα **υψηλά επίπεδα παλίρροιας** και τα **παλιρροιακά κύματα**, η **αύξηση της θερμοκρασίας της επιφάνειας της θάλασσας**, και η **οξίνιση των ωκεανών**.

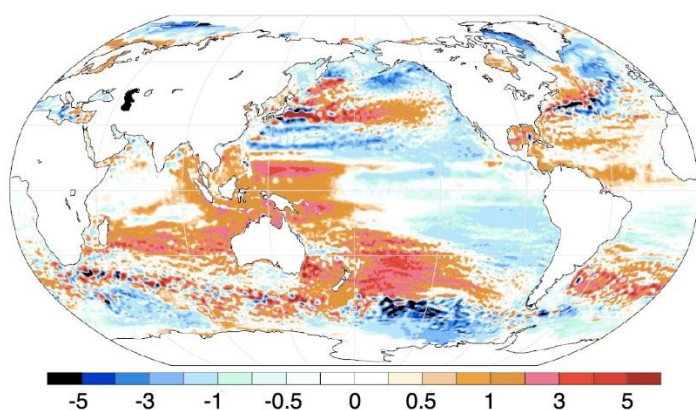
### **2.1.1α Άνοδος της Στάθμης της Θάλασσας και παράκτιες πλημμύρες**

Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας είναι σημαντικό αποτέλεσμα της κλιματικής αλλαγής με σοβαρές επιπτώσεις για τις παράκτιες πόλεις, όπως αναφέρεται και στο κεφάλαιο 1, ενότητα 2.1, της παρούσας εργασίας.

Ο όρος αφορά στην αύξηση της μέσης στάθμης των ωκεανών, δηλαδή του μέσου όρου των ωριαίων τιμών της στάθμης για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα.

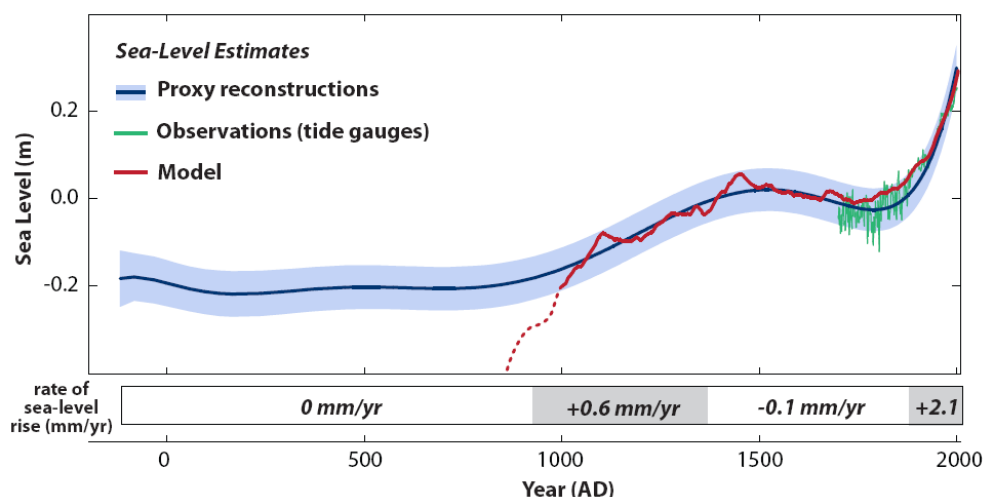
Η υπερθέρμανση της Γης που προκαλεί την θερμική διαστολή των ωκεανών και τη τήξη των παγετώνων, και οι μεταβολές του επίγειου νερού, κυρίως η αύξηση της επιφανειακής απορροής λόγω της αστικοποίησης, που έχουν οδηγήσει σε εισροή μεγαλύτερου όγκου νερού από την γη στους ωκεανούς, συμβάλλουν στην αύξηση της παγκόσμιας μέσης στάθμης της θάλασσας. (Μαλισόβα, 2019)

Ενώ το φαινόμενο δεν είναι ομοιόμορφο σε όλες τις περιοχές (εικ. 7), (αφού η σχετική άνοδος της στάθμης της θάλασσας μπορεί να ποικίλλει σημαντικά σε διαφορετικές γεωγραφίες, λόγω τοπικών παραγόντων, όπως η τοπική πυκνότητα μάζας νερού ωκεανού, οι αλλαγές της επιφανειακής μάζας λιωμένων παγετώνων, συμπεριλαμβανομένων βαρυτικών, και περιστροφικών αλλαγών που επηρεάζουν την τοπική ή την περιφερειακή στάθμη της θάλασσας, ή/και τα παλιρροιακά φαινόμενα) σε παγκόσμιο επίπεδο, παρατηρείται άνοδος του μέσου ρυθμού αύξησης της στάθμης. (Juholä & Major, 2021)



**Εικόνα 7 Οι περιφερειακές τάσεις της στάθμης της θάλασσας σε χιλιοστά/έτος από το 1993 έως τα μέσα του 2018. Τα κόκκινα χρώματα υποδεικνύουν ότι ο τοπικός ρυθμός ανόδου της στάθμης ήταν μεγαλύτερος από τον μέσο όρο και τα μπλε χρώματα υποδηλώνουν το αντίθετο. Πηγή: PNAS, 2019**

Αξίζει να σημειωθεί πως ο μέσος ρυθμός ανόδου της στάθμης της θάλασσας από τα μέσα του 19ου αιώνα ήταν μεγαλύτερος από τον μέσο ρυθμό κατά τις δύο προηγούμενες χιλιετίες. (εικ. 8)



Εικόνα 8 Γράφημα Εξέλιξης της στάθμης της θάλασσας στη Νότια Καρολίνα (μπλε γραμμή με εύρος αβεβαιότητας). Η πράσινη καμπύλη δείχνει μια ανακατασκευή που βασίζεται σε μετρητές παλίρροιας από όλο τον κόσμο (Jevrejeva et al. 2006, 2008). Η κόκκινη καμπύλη δείχνει αποτελέσματα από ένα απλό μοντέλο που συνδέει την παγκόσμια θερμοκρασία με τη στάθμη της θάλασσας. Πηγή Real Climate, 2011

Πιο συγκεκριμένα, ο ρυθμός της παγκόσμιας ανόδου της στάθμης της θάλασσας ήταν ταχύτερος από το 1993 έως το 2010, με 3,2 [2,8 έως 3,6] mm ετησίως, σε σύγκριση με το μέσο ρυθμό 1,7[1,5 έως 1,9] mm ετησίως από το 1961 έως το 2010, και σημαντικά υψηλότερος από το μέσο ρυθμό αύξησης 0,1 έως 0,2 mm ετησίως, που καταγράφηκε από γεωλογικά δεδομένα τα τελευταία 3.000 χρόνια (Dasgupta & Meisner, 2009) (IPCC Intergovernmental panel on Climate Change, 2007).

Ο σύγχρονος ρυθμός μεταβολής της στάθμης, συνοδεύεται από απώλεια γης λόγω διάβρωσης και βύθισης, αύξηση των παράκτιων πλημμυρών, (σύμφωνα με μια εκτίμηση για την Ινδία, μια άνοδος της στάθμης της θάλασσας κατά 1 m θα μπορούσε να οδηγήσει σε πλημμύρα έως και 5.763 km<sup>2</sup>. ( IPCC Intergovernmental panel on Climate Change, 2007) ), καταστροφή φυσικών περιοχών, συμπεριλαμβανομένων των υγροτόπων, εισβολή αλμυρού νερού σε υδροφόρους ορίζοντες, ακόμη και ολική καταστροφή κοινοτήτων (Juholia & Major, 2021).

Σημαντικό είναι και το αποτύπωμα της μεταβολής στα θαλάσσια και παράκτια οικοσυστήματα. Η απώλεια ή/και υποβάθμιση των παράκτιων οικοσυστημάτων λόγω της ανόδου της στάθμης της θάλασσας, επηρεάζει τη βιομηχανία υδατοκαλλιέργειας και κατά συνέπεια τα μέσα διαβίωσης των ανθρώπων στις παράκτιες πόλεις.

Οι παράκτιες πλημμύρες, επακόλουθο της ανόδου της στάθμης της θάλασσας, αποτελούν άμεση απειλή για τις υποδομές των παράκτιων αστικών περιοχών (κατοικίες/ υπηρεσίες ή και σημαντικές εγκαταστάσεις όπως τα εμπορικά λιμάνια). Μάλιστα, σε ακραίες περιπτώσεις, ίσως συντελέσουν στην κατάρρευση προστατευτικών αναχωμάτων και στην πρόκληση τεχνικών προβλημάτων στα αντιπλημμυρικά φράγματα, λόγω ανάγκης της συχνότερης λειτουργίας τους, παράμετροι που ενισχύουν τον κίνδυνο των πλημμυρών.

Άμεσο αποτέλεσμα τέτοιου φαινομένου, είναι η απώλεια ζώων και κατοικιών, αστικών λειτουργιών και εγκαταστάσεων των παράκτιων πόλεων, αλλά και η αλλαγή της μορφολογίας των ακτών τους, μέσω της διάβρωσης και της πρόσχωσης του εδάφους (Μαλισόβα, 2019) (Juholä & Major, 2021).

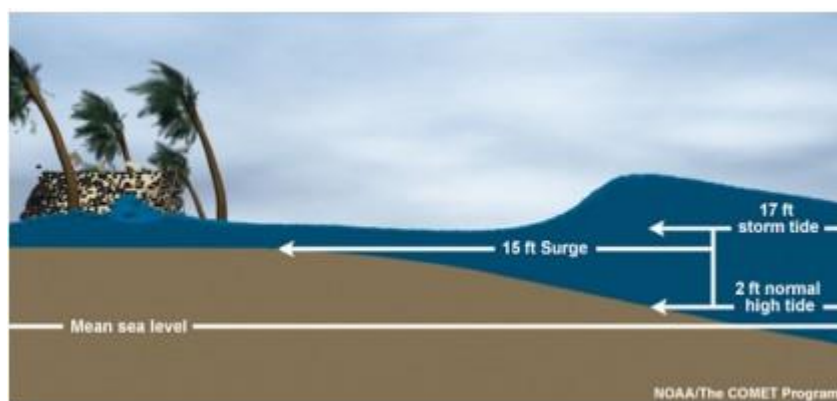
Όπως αναφέρεται και στην ενότητα 1.2, πολλές φορές, τα πλημμυρικά φαινόμενα στις παράκτιες και μη πόλεις, ενισχύουν την ταχύτητα και τον όγκο της επιφανειακής απορροής και κατευθύνουν τα όμβρια ύδατα στα συχνά ανεπαρκή αποστραγγιστικά συστήματα των πόλεων. Έμμεσα, η ποιότητα του αστικού νερού αλλοιώνεται αφού η αυξημένη απορροή παρασύρει σημαντική ποσότητα ρύπων που βρίσκονται στο έδαφος (Μαλισόβα, 2019).

Σύμφωνα με την Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC), η ενδεχόμενη αύξηση της στάθμης της θάλασσας είναι αναπόφευκτη, ακόμα και σε περίπτωση μετριασμού της κλιματικής αλλαγής. Έτσι, το γεγονός πως περίπου το 10% του παγκόσμιου πληθυσμού κατοικεί σε παράκτιες αστικές περιοχές με υψόμετρο έως 10 μέτρα πάνω από το επίπεδο της θάλασσας, καθιστά την εν λόγω μεταβολή κρίσιμη (IPCC, 2018) (Juholä & Major, 2021).

### **2.1.1β Υψηλά επίπεδα παλίρροιας και παλιρροιακά κύματα**

Τα υψηλά επίπεδα παλίρροιας και τα παλιρροιακά κύματα αποτελούν σημαντικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, σε άμεση σχέση με την άνοδο της στάθμης της θάλασσας, που καλούνται να αντιμετωπίσουν οι παράκτιες πόλεις.

Το παλιρροιακό κύμα ορίζεται ως το, ασυνήθιστα, υψηλό επίπεδο νερού της θάλασσας, (άνοδος της στάθμης του νερού πάνω από το κανονικό παλιρροιακό επίπεδο, όπως φαίνεται στην εικόνα 9) που δημιουργείται από έντονες καταιγίδες, τυφώνες και κυκλώνες. Συγκεκριμένα, ένα τέτοιο κύμα σχηματίζεται όταν ισχυροί άνεμοι πάνω από τον ωκεανό συνδυάζονται με την πτώση της ατμοσφαιρικής πίεσης λόγω καταιγίδας, οδηγώντας το νερό στην ξηρά.



**Εικόνα 9 Παλιρροιακό κύμα. Πηγή D. C. Major, 2021**

Όπως είδαμε και στην Ενότητα 2.1.1, η κλιματική αλλαγή έχει ήδη συμβάλει στην παγκόσμια άνοδο της στάθμης της θάλασσας, και αυτό έχει ενισχύσει σημαντικά τον αντίκτυπο των τυφώνων και των παράκτιων καταιγίδων, αυξάνοντας τα μέσα ύψη των παλιρροιών και των παλιρροιακών κυμάτων. Μια μικρή κατακόρυφη αύξηση της στάθμης της θάλασσας μπορεί

να μεταφραστεί σε πολύ μεγάλη αύξηση της οριζόντιας εμβέλειας του παλιρροιακού κύματος, ανάλογα με την τοπική τοπογραφία.

Ως αποτέλεσμα της παγκόσμιας ανόδου της στάθμης της θάλασσας, λόγω της κλιματικής αλλαγής, τα παλιρροιακά κύματα που συμβαίνουν στις αρχές του 21ου αιώνα είναι περίπου 20 εκατοστά υψηλότερα από ό,τι ήταν το 1900, ενώ μέχρι το 2100, θα συμβούν στο ,πλέον, σημαντικά υψηλότερο επίπεδο της στάθμης της θάλασσας. (Juholä & Major, 2021)

Κατά συνέπεια, θα πλημμυρίζει μεγαλύτερη έκταση αστικών περιοχών σε υψηλότερο επίπεδο από ό,τι πριν, με επακόλουθες επιπτώσεις σε ανθρώπους, κτίρια, υποδομές αλλά και φυσικές περιοχές.

Τα παλιρροιακά κύματα, μπορούν να προκαλέσουν πολύ μεγαλύτερη αύξηση της προσωρινής στάθμης της θάλασσας από την κανονική παλίρροια, με αποτέλεσμα σημαντικές παράκτιες πλημμύρες ή και πλημμύρες στην ενδοχώρα.

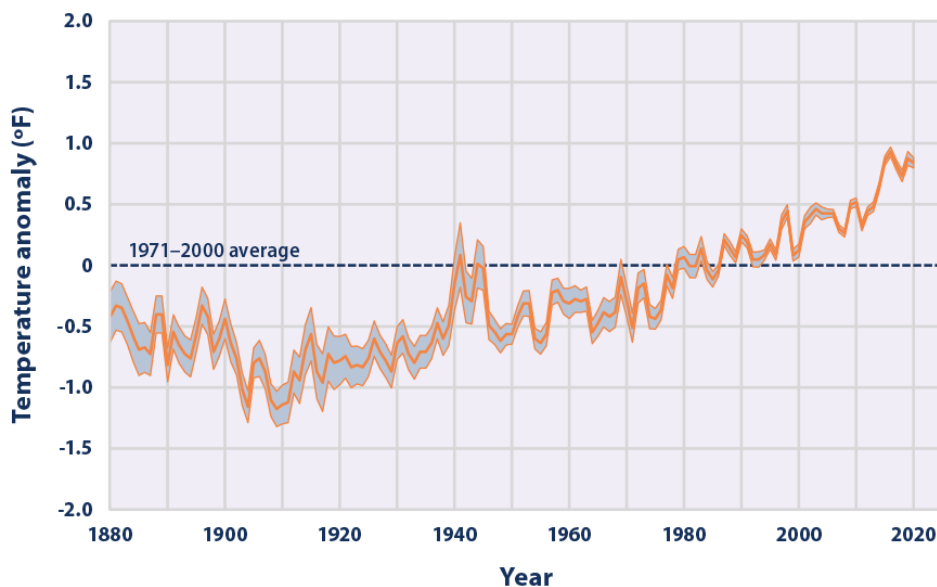
Αν και σε αντίθεση με την άνοδο της στάθμης της θάλασσας, το παλιρροιακό κύμα είναι προσωρινό, ωστόσο μπορεί να προκαλέσει τεράστια ζημιά κατά τη διάρκεια της εκδήλωσης του και να οδηγήσει σε παρατεταμένες περιόδους ανακατασκευής. Επιπλέον, ορισμένες επιπτώσεις μπορεί να παραμείνουν για μεγάλες περιόδους, όπως η ζημιά στα παράκτια οικοσυστήματα. (Juholä & Major, 2021)

Πρόσθετες επιπτώσεις των παλιρροιακών κυμάτων, περιλαμβάνουν απώλεια ζωών, εκτεταμένες ζημιές κατοικιών και κτιρίων, διάβρωση παραλιών, και υπονόμευση σημαντικών υποδομών όπως δρόμοι, σιδηρόδρομοι και γέφυρες.

Τοποθεσίες τοξικών αποβλήτων, που βρίσκονται συχνά κοντά σε ακτές, μπορούν επίσης να επηρεαστούν από τα υψηλά επίπεδα παλίρροιας και τα παλιρροιακά κύματα, απελευθερώνοντας ρύπους που μπορούν να βλάψουν τόσο τον τοπικό οικισμό όσο και την ευρύτερη κοινότητα. (Μαλισόβα, 2019)

### **2.1.1γ Αύξηση στη θερμοκρασία της επιφάνειας της θάλασσας**

Η θερμοκρασία της επιφάνειας της θάλασσας -η θερμοκρασία του νερού στην επιφάνεια του ωκεανού - είναι ένα σημαντικό φυσικό χαρακτηριστικό των ωκεανών του κόσμου. Η θερμοκρασία αυτή ποικίλλει, κυρίως ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος, με θερμότερα νερά κοντά στον ισημερινό και πιο κρύα στις περιοχές της Αρκτικής και της Ανταρκτικής. Καθώς οι ωκεανοί απορροφούν περισσότερη θερμότητα, λόγω της κλιματικής αλλαγής, η θερμοκρασία της επιφάνειας της θάλασσας αυξάνεται και τα μοτίβα κυκλοφορίας των ωκεανών που μεταφέρουν ζεστό και κρύο νερό σε όλο τον κόσμο, αλλάζουν.(εικ. 10)



Εικόνα 10 Γράφημα με την αλλαγή της μέσης θερμοκρασίας επιφάνειας των ωκεανών του κόσμου από το 1880. Αυτό το γράφημα χρησιμοποιεί τον μέσο όρο του 1971 έως το 2000 ως βάση για την απεικόνιση της αλλαγής. Η επιλογή διαφορετικής βασικής περιόδου δεν θα άλλαζε τη μορφή των δεδομένων με την πάροδο του χρόνου. Η σκιασμένη ζώνη δείχνει το εύρος της αβεβαιότητας στα δεδομένα, με βάση τον αριθμό των μετρήσεων που συλλέγονται και την ακρίβεια των μεθόδων που χρησιμοποιήθηκαν. Πηγή: NOAA, 2021

Οι αλλαγές στη θερμοκρασία της επιφάνειας της θάλασσας μπορούν να αλλάξουν τα θαλάσσια οικοσυστήματα. Οι διακυμάνσεις στη θερμοκρασία των ωκεανών μπορούν να επηρεάσουν τα είδη φυτών, ζώων και μικροβίων που υπάρχουν σε μια τοποθεσία. Μακροπρόθεσμα, οι αυξήσεις στη θερμοκρασία της επιφάνειας της θάλασσας θα μειώσουν τα μοτίβα κυκλοφορίας που φέρνουν θρεπτικά συστατικά από τη βαθιά θάλασσα στα επιφανειακά ύδατα. Οι αλλαγές στον βιότοπο των υφάλων και στην παροχή θρεπτικών ουσιών θα μπορούσαν να αλλάξουν δραματικά τα ωκεάνια οικοσυστήματα και να οδηγήσουν σε μείωση του πληθυσμού των ψαριών, κάτι που με τη σειρά του θα μπορούσε να επηρεάσει τους ανθρώπους των παράκτιων πόλεων, που εξαρτώνται από την αλιεία για βιοπορισμό ή διατροφή.

Επειδή οι ωκεανοί αλληλοεπιδρούν συνεχώς με την ατμόσφαιρα, η θερμοκρασία της επιφάνειας της θάλασσας μπορεί επίσης να έχει βαθιές επιπτώσεις στο παγκόσμιο κλίμα. Οι αυξήσεις στη θερμοκρασία της επιφάνειας της θάλασσας έχουν οδηγήσει σε αύξηση της ποσότητας των ατμοσφαιρικών υδρατμών πάνω από τους ωκεανούς, που τροφοδοτούν καιρικά συστήματα τα οποία παράγουν αυξημένη υγρασία, πολλαπλασιάζοντας τον κίνδυνο έντονης βροχής και χιονιού. (EPA United States Environmental Protection Agency, 2022)

Ακόμη, οι ασυνήθιστα υψηλότερες θερμοκρασίες στην επιφάνεια της θάλασσας, προκαλούν μεγαλύτερες ταχύτητες ανέμου των τροπικών καταιγίδων, δίνοντάς τους τη δυνατότητα να προκαλέσουν εκτεταμένες καταστροφές εάν φτάσουν στην ξηρά. Οι ταχέως εντεινόμενοι κυκλώνες είναι δύσκολο να προβλεφθούν και ως εκ τούτου αποτελούν μεγάλο κίνδυνο για τις παράκτιες κοινότητες.

Η αύξηση της θερμοκρασίας της επιφάνειας της θάλασσας μπορεί επίσης να συμβάλλει στην συνολική αύξηση της θερμοκρασίας των παράκτιων περιοχών, εφόσον οι άνεμοι πνέουν από τον ωκεανό στην εκάστοτε πόλη, με άμεσες επιπτώσεις στην υγεία, σε φυσικές περιοχές, σε υλικά και μέταλλα (όπως κάμψη σιδηροδρομικών γραμμών με ανεπαρκώς σχεδιασμένους αρμούς διαστολής).

#### **2.1.16 Οξίνιση των ωκεανών**

Η οξίνιση των ωκεανών είναι μια αυξανόμενη περιβαλλοντική ανησυχία. Η βιοχημεία και, επομένως, η βιολογία των ωκεανών θα επηρεαστούν σε διαφορετικούς βαθμούς, ανάλογα με την περιοχή και τον τύπο του οικοσυστήματος, από την κλιματική αλλαγή. Ως αποτέλεσμα των επιπτώσεων σε θαλάσσιους οργανισμούς και οικοσυστήματα, η οξίνιση των ωκεανών έχει τη δυνατότητα να επηρεάσει σοβαρά τη διαβίωση των παράκτιων κοινοτήτων και των οικονομιών τους.

Η οξίνιση των ωκεανών είναι μια αλλαγή στο PH του θαλασσινού νερού που προκαλείται από την απορρόφηση διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) από την ατμόσφαιρα της Γης. Ένας ωκεανός με υψηλή περιεκτικότητα CO<sub>2</sub> (άρα όξινο PH) προβλέπεται να έχει επιπτώσεις σε θαλάσσιους οργανισμούς, συμπεριλαμβανομένων ειδών από τα οποία εξαρτώνται οι οικονομίες των παράκτιων κοινοτήτων. (Hilmi, Allemand, Metian, Osborn, & Reynaud, 2015)

Η συγκέντρωση του CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα έχει αυξηθεί κατά 100 ppm σε σύγκριση με τα προ-βιομηχανικά επίπεδα (από 280 σε 380 ppm). Καθώς η απελευθέρωση του διοξειδίου του άνθρακα προκαλείται κυρίως από τις ανθρώπινες δραστηριότητες, όπως μέσω της καύσης ορυκτών καυσίμων, της παραγωγής τσιμέντου, της γεωργίας και αποψίλωσης, αναμένεται πως ο ρυθμός της αύξησης της συγκέντρωσής του, που είναι ήδη αξιοσημείωτος, θα ξεπεράσει τα 1000 ppm μέχρι το 2100. (The Royal Society Science Policy Section, 2005)

Από το σύνολο του διοξειδίου του άνθρακα που εκλύεται στην ατμόσφαιρα, μόλις το μισό παραμένει εκεί. Το υπόλοιπο μισό, απορροφάται κατά ένα τέταρτο από τους ωκεανούς και κατά ένα τέταρτο από τη βιόσφαιρα στην ξηρά.

Στην επιφάνεια των ωκεανών, το διοξείδιο του άνθρακα της ατμόσφαιρας, διαλύεται στο νερό. Η διάχυση του στα βάθη των ωκεάνιων υδάτων (με θερμοκρασία χαμηλότερη από την επιφάνεια), συμβαίνει καθώς το CO<sub>2</sub> είναι περισσότερο διαλυτό σε κρύο από ότι θερμό νερό. Η μείωση, κατά συνέπεια, της απορρόφησης του διοξειδίου από τα ωκεάνια ύδατα, δεν αντανakλά μόνο το αποτέλεσμα της αυξημένης απελευθέρωσης του στην ατμόσφαιρα λόγω των ανθρώπινων δραστηριοτήτων, αλλά και αυτό της μειωμένης απορρόφησης του από τους ωκεανούς, λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας τους. (The Royal Society Science Policy Section, 2005)

Η οξίνιση των ωκεανών είναι ένα φαινόμενο που θα μπορούσε να έχει άμεσες επιπτώσεις σε εμπορικά είδη όπως τα οστρακοειδή, ή έμμεσα μέσω της τροφικής αλυσίδας και απώλειας θαλάσσιων οικοτόπων, όπως οι κοραλλιογενείς ύφαλοι. Αυτές οι επιπτώσεις είναι άρρηκτα συνδεδεμένες με τις επιπτώσεις άλλων στρεσογόνων παραγόντων (π.χ. υπερθέρμανση,



ρύπανση, υπεραλίευση) στα θαλάσσια είδη και στα οικοσυστήματα. (Hilmi, Allemand, Metian, Osborn, & Reynaud, 2015)

Η οξίνιση των ωκεανών είναι πιθανόν να έχει αναλογικά μεγαλύτερο αρνητικό αντίκτυπο σε παραγωγούς κοινοτήτων που εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τις θαλάσσιες περιοχές και την υδατοκαλλιέργεια.

Περαιτέρω επιπτώσεις του φαινομένου είναι : Απώλεια πολιτιστικών αξιών που σχετίζονται με τις θαλάσσιες και αλιευτικές παραδόσεις, τις πρακτικές διαχείρισης των πόρων και την πνευματική ευημερία, ιδιαίτερα στην περίπτωση των αυτόχθονων κοινοτήτων, πτώση της αλιευτικής οικονομίας, απώλειες στη δευτερογενή οικονομία, σε τομείς όπως η ναυπήγηση σκαφών, οι λιμενικές υπηρεσίες και η πώληση προμηθειών.

Συμπερασματικά, οι παράκτιες κοινότητες ποικίλλουν σημαντικά ως προς τον πληθυσμό, τη θαλάσσια δραστηριότητα, την εξάρτηση από θαλάσσιους φυσικούς πόρους και επομένως τον αντίστοιχο βαθμό προσαρμοστικότητάς τους. Ο εντοπισμός του μεγέθους και των τύπων των συνεπειών που θα μπορούσε να έχει η οξίνιση των ωκεανών στις παράκτιες κοινότητες θα γίνει μείζον μέλημα για τις κυβερνήσεις των παράκτιων χωρών που επιδιώκουν να διατηρήσουν τις τρέχουσες θαλάσσιες δραστηριότητες και οφέλη. (Hilmi, Allemand, Metian, Osborn, & Reynaud, 2015)

## 2.1.2 Οικονομικές συνέπειες της κλιματικής αλλαγής στον παράκτιο αστικό χώρο

Οι παράκτιες πόλεις βρίσκονται στην «πρώτη γραμμή» για την κλιματική αλλαγή, εφόσον οι ποικίλες περιβαλλοντικές συνέπειες της, αποτελούν άμεσες, βραχυπρόθεσμες απειλές για τους παράκτιους οικισμούς και κατ' επέκταση, δοκιμάζονται τα όρια αντοχής κάθε οικονομικής μεθοδολογίας. Ως ακολούθως, η παρούσα ενότητα αφορά στην διερεύνηση των οικονομικών συνεπειών της κλιματικής αλλαγής στις παράκτιες πόλεις.

Όπως αναφέραμε και στην αρχή του κεφαλαίου, οι παράκτιοι οικισμοί διαφέρουν ως προς το σχήμα, το μέγεθος, τα μοτίβα και τις τροχιές ανάπτυξης, και την πρόσβαση σε πολιτιστικούς, οικονομικούς πόρους και υπηρεσίες, ωστόσο έχουν κοινές προκλήσεις που σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή.

Άμεσο κόστος των τυφώνων και άλλων ακραίων παράκτιων και αιγίδων, αποτελέσματα της κλιματικής αλλαγής, αποτελούν οι καταστροφές σε δρόμους και άλλες δημόσιες υποδομές, που κοστίζουν σε επισκευές, περιουσιακά στοιχεία και αποθέματα.

Μια διαφαινόμενη ανησυχία για πολλές παράκτιες πόλεις είναι το ενδεχόμενο, η προβλεπόμενη εκθετική αύξηση των ζημιών, λόγω παράκτιων πλημμυρών και ακραίων γεγονότων, να οδηγήσει τις ιδιωτικές ασφαλιστικές εταιρείες να μειώσουν την κάλυψη σε παράκτιες περιοχές υψηλού κινδύνου ή να ασφαλίζουν μόνο ορισμένους τύπους ζημιών. (Leichenko & Thomas, 2012)

Ακόμη, στις παράκτιες πόλεις, Ο οικονομικός αντίκτυπος της κλιματικής αλλαγής στον αγροτικό τομέα συνδέεται με μεταβολές στην παραγωγικότητα εξαιτίας απώλειας εύφορης γης λόγω διάβρωσης του εδάφους και επιταχυνόμενης ανόδου της στάθμης των ωκεανών, με επακόλουθες μεταβολές στα αγροτικά εισοδήματα και στην απασχόληση. Η αγροτική παραγωγή βρίσκεται σε κίνδυνο, εξαιτίας της μειωμένης αρόσιμης γης, των όλο και συντομότερων καλλιεργητικών περιόδων και της αβεβαιότητας σχετικά με το χρόνο και το είδος συγκεκριμένων καλλιεργειών. Αυτή η μεταβολή δύναται να έχει αντίκτυπο στα παγκόσμια αποθέματα τροφίμων, και να προκαλέσει αδιαχείριστα επισιτιστικά προβλήματα (Leichenko & Thomas, 2012).

Σημαντικές επιπτώσεις προκαλεί η κλιματική αλλαγή και στον τομέα του τουρισμού, στον οποίο βασίζονται οικονομικά αρκετές παράκτιες πόλεις. Οι συνέπειες της διατάραξης του κλιματικού συστήματος, δεν θα επηρεάσει μόνο τα έσοδα των τουριστικών επιχειρήσεων, αλλά επίσης θα επηρεάσει τόσο άμεσα το λειτουργικό κόστος των τουριστικών καταλυμάτων (λειτουργικό κόστος ή συντήρηση υποδομών), όσο και έμμεσα (ανάγκη νέων υποδομών, αυξημένο κόστος χρηματοδότησης, αυξημένο κόστος ασφάλισης, αποζημιώσεις).

Οι παράκτιοι τουριστικοί πόροι είναι εξαιρετικά ευάλωτοι στις κλιματικές διακυμάνσεις, καθώς η διάβρωση του εδάφους στις παραλίες και η άνοδος της στάθμης της θάλασσας, επιδρούν στο τουριστικό προϊόν, ενώ παράλληλα, λαμβάνοντας υπόψη πως οι κλιματικές συνθήκες αφορούν ουσιώδη κριτήρια επιλογής του τόπου και του χρόνου διακοπών των τουριστών, προβλέπεται μεταβολή του χρονικού και περιφερειακού καταμερισμού των αφίξεων, και άρα των εισπράξεων από το διεθνή τουρισμό. (Πασιού, 2011)

Εκτός από τους παραπάνω κινδύνους που επιφέρει η κλιματική αλλαγή, τα μέτρα για την αντιμετώπιση και τον μετριασμό των επιπτώσεων του φαινομένου, έχουν μεγάλο οικονομικό κόστος. Αν και οι καταγίδες, οι πλημμύρες και η διάβρωση αποτελούσαν πάντα κινδύνους για τις παράκτιες πόλεις, σε συνδυασμό με την άνοδο της στάθμης της θάλασσας απαιτούν τώρα περίπου 1 τρισεκατομμύριο δολάρια σε εθνικό πλούτο, σε παράκτια ακίνητα, πόρους για την οικονομική υγεία και την πολιτιστική ακεραιότητα. (Fleming, et al., 2018)

Αυτές οι επιπτώσεις μπορούν να γίνουν αισθητές, πέρα από τις παράκτιες πόλεις, σε όλο τον κόσμο, μέσω των παγκοσμιοποιημένων πλέον οικονομικών και γεωπολιτικών δεσμών, π.χ. μέσω του θαλάσσιου εμπορίου και των λιμενικών συνδέσεων.

### **2.1.3 Κοινωνικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στις παράκτιες πόλεις**

Καθώς οι περιβαλλοντικές και οικονομικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στις παράκτιες πόλεις αυξάνονται, εκατομμύρια άνθρωποι αντιμετωπίζουν προκλήσεις, όσον αφορά τα ακραία γεγονότα, τις επιπτώσεις στην υγεία, την επισιτιστική ασφάλεια, τα μέσα διαβίωσης, και την πολιτιστική τους ταυτότητα. Ως εκ τούτου, στην συγκεκριμένη ενότητα αναλύονται οι κοινωνικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στους κατοίκους των παράκτιων αστικών σχηματισμών.

Οι κοινωνικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στις παράκτιες πόλεις, θα είναι περισσότερο έντονες για τις κοινωνικές ομάδες χαμηλού εισοδήματος, οι οποίες δεν έχουν τους απαραίτητους πόρους για να αντιμετωπίσουν άμεσα τα προβλήματα που δημιουργεί η κλιματική αλλαγή ούτε, κατά μείζονα λόγο, να λάβουν εγκαίρως προληπτικά μέτρα.

Πιο συγκεκριμένα, μέτρα προσαρμογής που απαιτούν δαπάνη π.χ βελτίωση του κτιριακού κλιματισμού, αξιοποίηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ηλιακή, άνεμου) ή μεταστέγαση σε απόσταση ασφαλείας από ευάλωτες παράκτιες περιοχές, δεν είναι αυτονόητα για τα οικονομικά ευάλωτα νοικοκυριά. Δημιουργείται με αυτόν τον τρόπο, μια σοβαρή ανισότητα όχι μόνο στην αντιμετώπιση των συνεπειών αλλά και στην περιβαλλοντική συνείδηση και προσπάθεια πρόληψης μέτρων από φτωχότερες κοινωνικές ομάδες ή και μειονότητες.

Το παραπάνω οδηγεί εκατομμύρια, χαμηλού οικονομικού εισοδήματος, νοικοκυριά αλλά και μειονότητες και μετανάστες, που ήδη κατοικούν σε υποβαθμισμένες περιοχές, να αντιμετωπίσουν επιπλέον σοβαρά προβλήματα στέγασης, και σε πολλές περιπτώσεις να γίνονται «περιβαλλοντικοί πρόσφυγες». Ο όρος αφορά την μετανάστευση εξαιτίας της αδυναμίας αντιμετώπισης και προσαρμογής των συνεπειών της κλιματικής αλλαγής λόγω οικονομικής ανέχειας: ο αριθμός αυτών των προσφύγων που σήμερα ανέρχεται στα 50 εκατομμύρια προβλέπεται να φτάσει τον αριθμό των 200 εκατομμυρίων στα επόμενα τριάντα (30) έτη. (Τράπεζα της Ελλάδος)

Ενώ οι βροχοπτώσεις και η θερμοκρασία είναι βασικές για την παραγωγικότητα των καλλιεργειών, τα ακραία κλίματα, η αλλαγή της σύστασης του εδάφους στις παράκτιες περιοχές, τα παράσιτα και οι ασθένειες θα επηρεάσουν τον γεωργικό τομέα. Συνέπειες που

δύναται να οδηγήσουν σε επισιτιστική ανασφάλεια στις αστικές και αγροτικές κοινότητες αυτών των πόλεων. (Dilanthi, 2022)

Οι απειλές της κλιματικής αλλαγής στις παράκτιες πόλεις έχουν ακόμη, όπως και σε αυτές της ενδοχώρας, αντίκτυπο στη ψυχολογική υγεία των κατοίκων, επηρεάζοντας αρνητικά τους ίδιους και τις κοινότητές τους.

Οι άνθρωποι που εκτίθενται σε καταστροφές που σχετίζονται με τον καιρό ή το κλίμα έχει αποδειχθεί ότι αντιμετωπίζουν επιπτώσεις στην ψυχική υγεία, όπως κατάθλιψη, διαταραχή μετατραυματικού στρες, τα οποία συχνά συμβαίνουν ταυτόχρονα. Επιπλέον, μεταξύ εκείνων που είναι πιο πιθανό να υποστούν αυτές τις επιπτώσεις είναι μερικοί από τους πιο ευάλωτους πληθυσμούς της κοινωνίας, συμπεριλαμβανομένων των παιδιών, των ηλικιωμένων, εκείνων με προϋπάρχουσα ψυχική ασθένεια, των οικονομικά μειονεκτούντων και των αστέγων.

## **2.2 Πολιτικές μετριασμού και προσαρμογής των παράκτιων πόλεων στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας.**

Όπως αναφέρεται και στην ενότητα 2.1.1α, η παγκόσμια μέση στάθμη της θάλασσας έχει ακολουθήσει δραματικές μεταβολές στο βάθος του γεωλογικού χρόνου, καθοριζόμενη κατά πολύ από τις κλιματικές μεταβολές (θερμοκρασία), με τις πλέον προβλέψεις να καθιστούν την πρόληψη (μετριασμό) και αντιμετώπιση (προσαρμογή), από τους υπεύθυνους φορείς, αναγκαία. (Παπανικολάου, Παπανικολάου, & Βασιλάκης, 2011)

Σύμφωνα με την Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική αλλαγή (IPCC), με τον όρο προσαρμογή, νοούνται οι πρωτοβουλίες και τα μέτρα για τη μείωση της ευπάθειας, ή την αύξηση της αντοχής των φυσικών και ανθρώπινων συστημάτων, σε πραγματικές ή αναμενόμενες επιπτώσεις της αλλαγής του κλίματος. Σε αντιδιαστολή με την προσαρμογή, ο μετριασμός αφορά τον περιορισμό της αλλαγής του κλίματος ,μέσω της μείωσης της εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου ή της αυξημένης προσπάθειας για την απομάκρυνσή τους .

Οι δύο παραπάνω πολιτικές διαχείρισης της κλιματικής αλλαγής διαφέρουν ακόμη ως προς την κλίμακα στην οποία πραγματοποιούνται. Ο μετριασμός αναφέρεται σε δράσεις διεθνούς κλίμακας, ενώ η προσαρμογή αφορά μικρή-τοπική/εθνική κλίμακα. (Θωμοπούλου, 2016)

Η αποτελεσματικότητα διαφορετικών στρατηγικών και παρεμβάσεων εξαρτάται από τα φυσικά παράκτια χαρακτηριστικά της εκάστοτε πόλης, και από το εύρος και το βάθος των μέτρων προσαρμογής, π.χ. την έκταση κάλυψης των δικτύων κοινωνικής ασφάλισης για τους φτωχούς των πόλεων. Η σκοπιμότητά τους διαμορφώνεται επίσης από κοινωνικοοικονομικούς, πολιτιστικούς, πολιτικούς και θεσμικούς παράγοντες, π.χ. την κοινωνική αποδοχή των μέτρων. Μαζί, η αποτελεσματικότητα απόκρισης και η σκοπιμότητα διαμορφώνουν το χώρο λύσεων για τη διαμεσολάβηση των κινδύνων, ο οποίος επιτυγχάνεται κυρίως μέσω παρεμβάσεων διακυβέρνησης, π.χ. νόμων και κανονισμών. Η πρόσβαση σε οικονομικούς πόρους διευρύνει το χώρο λύσεων, κυρίως για ορισμένα παράκτια αρχέτυπα πλούσια σε πόρους, αλλά η ταχεία αύξηση του πληθυσμού και οι εκτυλισσόμενες επιπτώσεις από το κλίμα μπορεί να αυξήσουν τους κινδύνους ειδικά για τα μικρά νησιά και τις φτωχότερες πόλεις και οικισμούς. (Glaunic, et al., 2021)

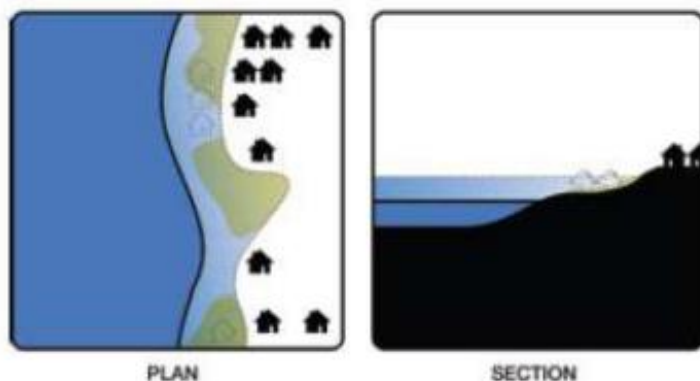
Γνωρίζοντας πως η άνοδος της στάθμης των ωκεανών αποτελεί ένα φαινόμενο που σταδιακά θα κλιμακώνεται, (εξαιτίας των όλο και αυξανόμενων παγκόσμιων θερμοκρασιών), και θα επιδρά σημαντικά στον παράκτιο χώρο, οι πολιτικές μετριασμού δεν αφορούν άμεση λύση για το φαινόμενο. Στην πραγματικότητα, οι πόλεις κινδυνεύουν από την άνοδο της στάθμης της θάλασσας, εξαιτίας των αναποτελεσματικών μέτρων μετριασμού παγκοσμίως.

Έτσι, οι αρμόδιοι φορείς καλούνται να λάβουν ορισμένες πολιτικές διαχείρισης ώστε να αντιμετωπιστεί το δυσμενές φαινόμενο, οι οποίες θα λειτουργήσουν συμπληρωματικά με τις πολιτικές μετριασμού, που τίθενται σε εφαρμογή για την αποφυγή της περαιτέρω ανόδου της στάθμης της θάλασσας. (Σταυροπούλου, 2017)

Οι πολιτικές που μπορεί να εφαρμόσει μία αστική περιοχή ώστε να διαχειριστεί το φαινόμενο της ανόδου της στάθμης της θάλασσας, είναι ένας συνδυασμός μεταξύ του τρόπου με τον οποίο γίνεται αντιληπτή η φύση από τους αρμόδιους φορείς, και τη διαθεσιμότητα των δεδομένων για τη μελλοντική εκτίμηση της έκτασης του φαινομένου. Μπορούν να υιοθετηθούν προσεγγίσεις που είναι επιθετικές ή αμυντικές προς τη φύση, ή στρατηγικές που σέβονται το περιβάλλον και εναρμονίζονται με το υδάτινο στοιχείο. (Σταυροπούλου, 2017)

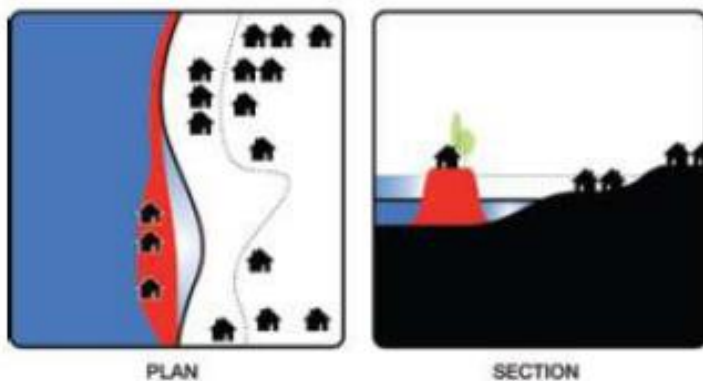
Πιο συγκεκριμένα, το ζήτημα του σχεδιασμού πολιτικών προσαρμογής στις προκαλούμενες επιπτώσεις της Ανόδου της Στάθμης της Θάλασσας, είναι δυνατό να προσεγγισθεί σύμφωνα με τους τρεις ακόλουθους τρόπους (Institution of Civil Engineers, Building Futures, 2009) :

1. Οπισθοχώρηση (Retreat) : Καθώς το φαινόμενο της ανόδου της στάθμης της θάλασσας (SLR) είναι γεγονός, ο αντίκτυπός του στην κοινωνία μπορεί να ελαχιστοποιηθεί σε κάποιο βαθμό, με την οπισθοχώρηση όλων των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων και χρήσεων από τις πληγείσες παράκτιες περιοχές (Εικόνα 11). Σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να συγχέεται η έννοια της οπισθοχώρησης με την έννοια της εγκατάλειψης, καθώς η πρώτη αναφέρεται σε διαδικασία προνοητικού σχεδιασμού. (Θωμοπούλου, 2016)



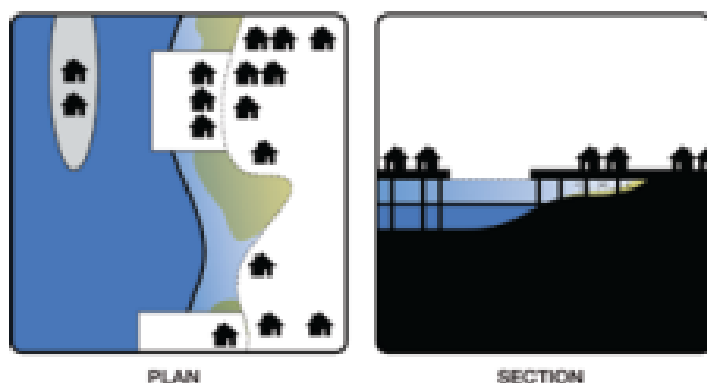
Εικόνα 11 Μέθοδος Οπισθοχώρησης (Retreat). Πηγή Institution of Civil Engineers (ICE), 2009

2. Προστασία (Defend): Οι συνέπειες της ΑΣΘ, διαχειρίζονται μέσω της εφαρμογής σκληρών και ήπιων τεχνικών προστασίας, που ελαχιστοποιούν τις κοινωνικοοικονομικές επιπτώσεις που θα επέρχονταν σε περίπτωση μη εφαρμογής των συγκεκριμένων μέτρων. Αφορά τη διασφάλιση της μη εισχώρησης του υφάλμυρου νερού στο δομημένο περιβάλλον (εικ.12).



Εικόνα 12 Μέθοδος Προστασίας (Defend) Πηγή Institution of Civil Engineers (ICE), 2009

3. Επιθετική πολιτική (Attack). Αφορά μια «επίθεση» προς την υφιστάμενη ακτογραμμή μέσω της οποίας μπορούν να προκύψουν περιοχές πάνω στο νερό έπειτα από οικοδόμηση (δημιουργούνται νέες περιοχές προς ανάπτυξη). Αυτή η στρατηγική εφαρμόζεται σε πολλά παράκτια κράτη λόγω περιορισμένου χώρου (εικ.13).



Εικόνα 13 Επιθετική Πολιτική (Attack) Πηγή Institution of Civil Engineers (ICE), 2009

Σύμφωνα με την Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC), μέτρο προσαρμογής στο φαινόμενο είναι και ο Συμβιβασμός (Accommodation), που αφορά την τροποποίηση στις ανθρώπινες δραστηριότητες και χρήσεις στις πληγείσες παράκτιες περιοχές (Θωμοπούλου, 2016) (Glanvonic, και συν., 2021).

Η πιο αποτελεσματική λύση για τον περιορισμό της αύξησης των κλιματικών κινδύνων στις πόλεις δίπλα στη θάλασσα είναι να αποφευχθεί η νέα ανάπτυξη σε παράκτιες τοποθεσίες επιρρεπείς σε μεγάλες πλημμύρες ή/και επιπτώσεις στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας. Για τις υπάρχουσες πόλεις, η πολιτική του Συμβιβασμού, περιλαμβάνει βιοφυσικές και θεσμικές αντιδράσεις για τη μείωση της έκθεσης και/ή της ευπάθειας των κατοίκων των παράκτιων περιοχών, των ανθρώπινων δραστηριοτήτων, των οικοσυστημάτων και του δομημένου περιβάλλοντος, επιτρέποντας τη συνέχιση κατοίκησης αυτών. Εκτός από την Προστασία, ο Συμβιβασμός (Accommodation), είναι η πιο ευρέως εφαρμοσμένη στρατηγική προσαρμογής σε όλα τα αρχέτυπα παράκτιων πόλεων μέχρι σήμερα. Τα μέτρα περιλαμβάνουν ανύψωση ή αντιπλημμυρική προστασία σπιτιών και άλλων υποδομών, χωροταξικό σχεδιασμό, σχέδια αμφίβιων κτιρίων, αύξηση της χωρητικότητας αποθήκευσης και/ή αποστράγγισης νερού εντός των πόλεων, συστήματα έγκαιρης προειδοποίησης και αντιμετώπισης καταστροφών και αναβάθμιση παραγκουπόλεων (Glanvonic, και συν., 2021).

Για το άμεσο μέλλον, η πολιτική του Συμβιβασμού, μπορεί να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο σε συνδυασμό με προστατευτικά μέτρα, για τη διαμόρφωση υβριδικών παρεμβάσεων, ειδικά εκεί όπου τα ακραία προστατευτικά μέτρα, δεν είναι ούτε τεχνικά ούτε οικονομικά βιώσιμα.

Γνωρίζοντας τα παραπάνω, στόχος της εργασίας είναι να μελετηθεί η αποτελεσματικότητα των διαφορετικών στρατηγικών και παρεμβάσεων, σε πόλεις χαρακτηριστικές στο ζήτημα της αντιμετώπισης.

## 2.3 Καλές πρακτικές προσαρμογής παράκτιων πόλεων στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας και επιλογή μελετών περίπτωσης.

Οι κλιματικές επιπτώσεις, που προκύπτουν από τις παγκόσμιες τάσεις της κλιματικής αλλαγής, και συγκεκριμένα, οι δυσοίωνες προβλέψεις των επιστημόνων για την άνοδο της στάθμης της θάλασσας, αφορούν όλο και περισσότερες παράκτιες περιοχές παγκοσμίως.

Οι εκφάνσεις του φαινομένου διαφοροποιούνται ανάλογα με την τοποθεσία και την τοπογραφία των διαφόρων περιοχών (Μαλισόβα, 2019), ωστόσο μπορούμε να διακρίνουμε τρεις βασικές κατηγορίες πόλεων που εμφανίζουν αξιοσημείωτη έκθεση στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας: οι **παραθαλάσσιες** και **παραποτάμιες** πόλεις χαμηλού υψομέτρου και οι πόλεις σε **νησιώτικα συμπλέγματα**.

Ενώ το πλήθος ή το είδος των συστημάτων που εκτίθενται σε κίνδυνο διαφέρει ανά περίπτωση, μεταβάλλοντας τον βαθμό ευαισθησίας των επιμέρους περιοχών στις επιπτώσεις της μεταβολής, η άνοδος της στάθμης της θάλασσας επηρεάζει ιδιαίτερα τις παράκτιες **μητροπόλεις** που εμπίπτουν στις παραπάνω κατηγορίες πόλεων.

Η πολυπλοκότητα και ο άκαμπτος χαρακτήρας των αστικών υποδομών, όσο και η υπερσυγκέντρωση μεγάλου αριθμού φτωχών κοινωνικό – οικονομικών πληθυσμιακών ομάδων, η εξάρτηση των μητροπολιτικών περιοχών από πολύπλοκα δίκτυα μεταφορών, επικοινωνιών και εμπορίου, κάνουν τις παράκτιες μητροπόλεις εξαιρετικά ευπρόσβλητες στις διακυμάνσεις του φαινομένου (Τσουμαλάκης, 2016), και καθιστούν την **ανθεκτικότητα** αυτών αναγκαία.

Ο προσδιορισμός της έννοιας της ανθεκτικότητας σε επίπεδο μητροπολιτικής περιοχής αναφέρεται από την Διακυβερνητική Επιτροπή για την κλιματική αλλαγή (IPCC) ως: «η ικανότητα της περιοχής αυτής και των συστημάτων που την απαρτίζουν, να προβλέπει, να απορροφά και να ανακάμπτει από τις επιπτώσεις ενός δυνητικά επικίνδυνου συμβάντος, κατά τρόπο άμεσο και αποτελεσματικό, διασφαλίζοντας τη διατήρηση, αποκατάσταση ή και βελτίωση των βασικών δομών και λειτουργιών της». (Τσουμαλάκης, 2016) (IPCC, 2012)

Οι πόλεις του κόσμου είναι πιο πυκνοκατοικημένες και πιο διασυνδεδεμένες από ποτέ. Ενώ αυτό φέρνει αυξανόμενα κοινωνικά και οικονομικά πλεονεκτήματα, φέρνει επίσης αυξανόμενες ευπάθειες (Τσουμαλάκης, 2016). Η ανάγκη για ανθεκτικότητα και ο στόχος προσαρμογής στις δραματικές μεταβολές της παγκόσμιας μέσης στάθμης της θάλασσας, έγιναν οι αφορμές στην ανάπτυξη δύο σημαντικών οργανώσεων με δίκτυο πόλεων: το **Global Resilient Cities Network**, ένας παγκόσμιος μη κερδοσκοπικός οργανισμός που ηγείται των πόλεων και συγκεντρώνει γνώση, πρακτική, συνεργασίες και χρηματοδότηση, αφιερωμένος στο να βοηθήσει τις πόλεις σε όλο τον κόσμο να γίνουν πιο ανθεκτικές στις όλο και αυξανόμενες φυσικές, κοινωνικές και οικονομικές προκλήσεις του 21ου αιώνα (Resilient Cities Network, 2013), και το δίκτυο **Connecting Delta Cities**, μέρος του οργανισμού C40 Cities Network που επικεντρώνεται στην καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής και στην προώθηση της αστικής δράσης που μειώνει τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και τους κλιματικούς κινδύνους, που συγκεντρώνει πόλεις δέλτα για να αντιμετωπίσουν την άνοδο της στάθμης της θάλασσας, να συζητήσουν θέματα παράκτιων πλημμυρών και διαχείρισης των υδάτων και να υποστηρίξουν τις πόλεις στην εφαρμογή λύσεων.



Στο παρόν σκέλος της εργασίας, εξετάζονται τα μέτρα και τα αποτελέσματα πρακτικών προσαρμογής στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας, τριών σημαντικών παράκτιων μητροπόλεων, σε διαφορετικές ηπείρους, που ανήκουν στα παραπάνω δίκτυα πόλεων, και ανταλλάσσουν γνώσεις και βέλτιστες πρακτικές για την ανάπτυξη μιας ολοκληρωμένης προσέγγισης με στόχο την ανθεκτικότητα, μία για κάθε αρχέτυπο παράκτιας πόλης.

Πιο συγκεκριμένα, τα βασικά κριτήρια που τίθενται για την επιλογή των πόλεων είναι τρία.

1. **Να είναι παράκτιες μητροπολιτικές περιοχές.** Στις περιοχές αυτές με ανεπτυγμένες οικονομίες, συνήθως παρατηρούνται έντονες κοινωνικές ανισότητες, με αποτέλεσμα μεγαλύτερο ποσοστό του πληθυσμού να είναι εκτεθειμένο και ευάλωτο στις κλιματικές διακυμάνσεις, και ιδιαίτερα στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας. Ωστόσο βάση των κοινωνικό-οικονομικών τους χαρακτηριστικών, υπάρχει μεγαλύτερη δυνατότητα επένδυσης σε μέτρα προσαρμογής, η διερεύνηση των οποίων είναι αντικείμενο της παρούσας εργασίας.
2. **Να ανήκουν σε δύο σημαντικά δίκτυα πόλεων:** Στο Global Resilient Cities Network, το οποίο ξεκίνησε επίσημα το 2020 σε συνέχεια της πρωτοβουλίας του 100 Resilient Cities (100RC) του ιδρύματος Rockefeller, που πρωτοστάτησε το 2013, μέρος του οποίου είναι σήμερα σχεδόν 100 πόλεις και περισσότερες από 40 χώρες παγκοσμίως, με κοινό στόχο την ανθεκτικότητα στις φυσικές, κοινωνικές και οικονομικές προκλήσεις (Resilient Cities Network, 2019), και στο Connecting Delta Cities Network, μέρος του οργανισμού C40 Cities, που ενώνει τις πόλεις οι οποίες αντιμετωπίζουν προκλήσεις από την άνοδο της στάθμης της θάλασσας και τις παράκτιες πλημμύρες, και θέτουν στόχο την ανθεκτικότητα τους απέναντι στο κλίμα. Οι παράκτιες μητροπόλεις που ανήκουν και στα δύο δίκτυα, αναμένεται να δραστηριοποιούνται στον τομέα της χωρικής ανάπτυξης που σχετίζεται με την κλιματική αλλαγή και τη διαχείριση των υδάτων, λαμβάνοντας μέτρα προσαρμογής, η αποτελεσματικότητα των οποίων είναι αντικείμενο αξιολόγησης της εργασίας.
3. **Γεωγραφική θέση και τυπολογία.** Οι εκφάνσεις της κλιματικής αλλαγής και συγκεκριμένα της ανόδου της στάθμης της θάλασσας, διαφοροποιούνται ανάλογα με την τοποθεσία και την τοπογραφία των διαφόρων περιοχών (Μαλισόβα, 2019), ωστόσο τρεις βασικές κατηγορίες πόλεων εμφανίζουν αξιοσημείωτη έκθεση στο φαινόμενο: οι παραθαλάσσιες και παραποτάμιες πόλεις χαμηλού υψομέτρου και οι πόλεις σε νησιώτικα συμπλέγματα. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να αξιολογηθεί ο τρόπος με τον οποίον επιλέγονται μέτρα προσαρμογής στις παράκτιες μητροπόλεις, που έχουν κοινές προκλήσεις (άνοδο της στάθμης της θάλασσας, παράκτιες πλημμύρες) και κοινή ευαισθητοποίηση, εφόσον είναι μέλος ίδιων δικτύων πόλεων, ωστόσο διαφοροποιούνται γεωγραφικά και τυπολογικά.

Με βάση τα παραπάνω κριτήρια μελετήθηκαν οι πόλεις παγκοσμίως που διαθέτουν κάποιο ή και συνδυασμό αυτών, και επιλέχθηκαν οι εξής τρεις.

- **Ρότερνταμ**, η δεύτερη, μετά το Άμστερνταμ, μεγαλύτερη σε πληθυσμό πόλη της Ολλανδίας, με 651,446 κατοίκους(2020) και έκταση 319,35 km<sup>2</sup>. Το Ρότερνταμ αποτελεί χαρακτηριστική μητρόπολη της Ευρώπης. Διαθέτει το μεγαλύτερο λιμάνι της ηπείρου, που λειτουργεί ως σημαντικός διαμετακομιστικός σταθμός, γνωστό ως «Η πύλη της Ευρώπης (The Gateway to Europe)». Εκτός από το λιμάνι, το Ρότερνταμ είναι μία από τις πλέον πολυπολιτισμικές ευρωπαϊκές μητροπόλεις, με ακμάζουσα οικονομία. Η πόλη αναπτύσσεται στο δέλτα 3 ποταμών που ανοίγουν στην Βόρεια Θάλασσα, και κατά συνέπεια είναι εκτεθειμένη στις κλιματικές διακυμάνσεις και στις μεταβολές της στάθμης των ωκεανών. Ωστόσο, το Ρότερνταμ έχει αποκτήσει εμπειρία αιώνων όσον αφορά την ανθεκτικότητα, ιδιαίτερα στους τομείς της ολοκληρωμένης διαχείρισης των υδάτων και της καινοτόμου προσαρμογής στο κλίμα. Το 2007, η πόλη λαμβάνοντας μέρος στο δίκτυο Global Resilient Cities, ανακοίνωσε τη φιλοδοξία της να γίνει 100% ανθεκτική στο κλίμα έως το 2025 – ικανή να συνεχίσει να λειτουργεί οικονομικά και κοινωνικά, δημοσιεύοντας αργότερα (2016) στην πλατφόρμα, την στρατηγική ανθεκτικότητας της, ενώ το 2009 ηγήθηκε, μεταξύ άλλων, του προγράμματος Connecting Delta Cities Network, στοχεύοντας στην ανταλλαγή γνώσεων και καλών πρακτικών προσαρμογής στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας, μεταξύ πόλεων με κοινές προκλήσεις.
- **Νέα Υόρκη**, η μεγαλύτερη σε πληθυσμό πόλη της Αμερικής, αποτελεί την πιο πυκνοκατοικημένη πόλη της ηπείρου, και μία από τις πιο πυκνοκατοικημένες αστικές περιοχές στον κόσμο, με πάνω από 8.804.190 κατοίκους (2020) και έκταση 783,8 km<sup>2</sup>. Η Νέα Υόρκη, αποτελεί χαρακτηριστική μητρόπολη, που ασκεί σημαντική επίδραση στο εμπόριο, την οικονομία, την τέχνη, την τεχνολογία, την εκπαίδευση και την ψυχαγωγία, παγκοσμίως. Η πόλη αποτελεί κέντρο για τη διεθνή διπλωματία, και έχει χαρακτηριστεί ως η πολιτιστική, τεχνολογική και οικονομική πρωτεύουσα του κόσμου. Ο οικονομικός της αντίκτυπος σε συνδυασμό με την ιδιαίτερη τοπογραφία της (αναπτυσσόμενη σε τρία νησιά), καθιστούν την πόλη ιδιαίτερα ευπρόσβλητη στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας και στις παράκτιες πλημμύρες. Κατά συνέπεια, η Νέα Υόρκη έχει μια ιστορία στην αναζήτηση και εφαρμογή λύσεων μετριασμού και προσαρμογής στο φαινόμενο. Συγκεκριμένα, το 2009 ηγήθηκε, μεταξύ άλλων, του προγράμματος Connecting Delta Cities Network, στοχεύοντας στην ανταλλαγή γνώσεων και καλών πρακτικών προσαρμογής στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας και στις παράκτιες πλημμύρες, ενώ το 2015, στα πλαίσια του οργανισμού Resilient Cities Network, δημοσίευσε την στρατηγική ανθεκτικότητας της, μέρος της οποίας αποτελούσε και η στρατηγική άμυνας απέναντι στις κλιματικές διακυμάνσεις που επηρεάζουν τους ωκεανούς.
- **Τζακάρτα**, η πρωτεύουσα και πιο αστικοποιημένη πόλη της Ινδονησίας και μία από τις μεγαλύτερες μητροπολιτικές περιοχές της Ασίας, με 10,562,088 κατοίκους (2020) και έκταση 664.01 km<sup>2</sup> (Waworoentoe, 2023). Η Τζακάρτα αποτελεί

χαρακτηριστική μητρόπολη της Ασίας, και περιγράφεται ως το πολιτιστικό, οικονομικό και ψυχαγωγικό κέντρο της Ινδονησίας, με σημαντική επιρροή στο εμπόριο, την τεχνολογία, την εκπαίδευση, την πολιτική και τον τουρισμό. Η υψηλή πληθυσμιακή πυκνότητα και ο ρυθμός ανάπτυξης της πόλης ωστόσο, ασκούν σοβαρή πίεση στο περιβάλλον και τις υποδομές της. Η παράκτια θέση και το χαμηλό υψόμετρο της πόλης στο βόρειο κομμάτι, σε συνδυασμό με την έντονη κοινωνική ανισότητα (μεγάλο μέρος του πληθυσμού κατοικεί σε παραγκουπόλεις) και τον γρήγορο ρυθμό καθίζησης της, καθιστά την Τζακάρτα ιδιαίτερα ευάλωτη στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας και τις παράκτιες πλημμύρες. Ωστόσο η πόλη έχει επενδύσει στην αναζήτηση και εφαρμογή λύσεων, για να αντιμετωπίσει το ζήτημα της ανόδου της στάθμης της θάλασσας, που ολοένα και εντείνεται. Το 2009 η Τζακάρτα έγινε μέρος του δικτύου Connecting Delta Cities, στοχεύοντας στην ανθεκτικότητα απέναντι στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας και τις παράκτιες πλημμύρες, ενώ το 2019, στα πλαίσια του οργανισμού Resilient Cities Network, δημοσίευσε την στρατηγική ανθεκτικότητας της (Resilience Strategy) βασισμένη σε 3 πυλώνες που αφορούν την υγεία, την βελτίωση των μέσων μαζικής μεταφοράς, και την ετοιμότητα της απέναντι σε πιθανούς κλιματικούς κινδύνους, διερευνώντας μεταξύ άλλων λύσεις για την άνοδο της στάθμης της θάλασσας. (100 Resilient Cities, 2019)

Πίνακας 1 Τα χαρακτηριστικά των τριών πόλεων που επιλέχθηκαν για ανάλυση.

Πόλεις	<b>Rotterdam</b>	<b>New York</b>	<b>Jakarta</b>
Μητρόπολη	✓	✓	✓
Μέρος του resilientcitiesnetwork.org	✓	✓	✓
Μέρος του Connecting Delta Cities (CDC) network	✓	✓	✓
Τύπος παράκτιας πόλης	Παραποτάμια πόλη (πόλη σε Δέλτα)	Νησιωτικό σύμπλεγμα	Παραθαλάσσια πόλη
Ήπειρος	Ευρώπη	Βόρεια Αμερική	Νοτιοανατολική Ασία



Εικόνα 14 Οι θέσεις των πόλεων Ρότερνταμ, Νέα Υόρκη και Τζακάρτα στον παγκόσμιο χάρτη

Στα επόμενα κεφάλαια της εργασίας (3,4,5), αναλύονται οι μελέτες περίπτωσης.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Ρότερνταμ

Ως μία πυκνοκατοικημένη πόλη, σε μεγάλο δέλτα ποταμών που ανοίγουν στη θάλασσα, το Ρότερνταμ επηρεάζεται άμεσα από τις συνέπειες της κλιματικής αλλαγής, και ειδικότερα από την άνοδο της στάθμης της θάλασσας και τις παράκτιες πλημμύρες.

Η παγκοσμίως γνωστή μητρόπολη για τις ιδιότητες ανθεκτικότητας που την χαρακτηρίζουν, έχει θέσει στόχο την περαιτέρω ενίσχυση της ανθεκτικότητας και βιωσιμότητάς της απέναντι στην κλιματική αλλαγή, τόσο με την ίδρυση του οργανισμού Connecting Delta Cities Network που αναφέρθηκε παραπάνω, όσο και με την συνεχή ανάπτυξη σχεδίων ή/και αστικών παρεμβάσεων.

Σε αυτό το κεφάλαιο, θα δοθεί έμφαση σε στρατηγικές και αναπτυξιακά πλαίσια της πόλης, που αφορούν τις προσπάθειες αντιμετώπισης της ανόδου της στάθμης της θάλασσας και των πλημμυρών, αποτελέσματα της κλιματικής αλλαγής.

### 3.1 Γενικές πληροφορίες

Το Ρότερνταμ, είναι η δεύτερη, μετά το Άμστερνταμ, μεγαλύτερη σε πληθυσμό πόλη της Ολλανδίας (εικ.15),(εικ.16), και έδρα δήμου της ολλανδικής επαρχίας Νότιας Ολλανδίας (Zuid-Holland), με 651,446 κατοίκους(2020) και έκταση 319,35 km<sup>2</sup>.



Εικόνα 15 Η θέση του Ρότερνταμ στην Ολλανδία.



Εικόνα 16 Το Ρότερνταμ σήμερα. Πηγή Google Earth

Η πόλη, γνωστή για το λιμάνι της (το μεγαλύτερο της Ευρώπης), αναπτύσσεται στο δέλτα των ποταμών Rhine, Rotte και Maas, με το 80% αυτής να βρίσκεται κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας.

Στο δέλτα του ποταμού Rotte αναφέρονται, από ιστορικές πηγές, οικισμοί από τον 10ο αιώνα. Όλοι οι οικισμοί είχαν τείχη προστασίας από τις συχνές πλημμύρες μέχρι τον 13ο αιώνα, όταν διατάχθηκε η ένωσή τους. Με αυτό τον τρόπο η πόλη πήρε το όνομά της από το φράγμα (dam) που κατασκευάστηκε επί του ποταμού Rotte, ενώ της παραχωρήθηκε το δικαίωμα κατασκευής οχυρωματικών έργων το 1358 από τον Κόμη της Ολλανδίας.

Κατόπιν της σχεδόν ολοκληρωτικής καταστροφής του κέντρου της πόλης από βομβαρδισμό κατά τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο, που είχε ως αποτέλεσμα ένα ποικίλο αρχιτεκτονικό τοπίο μετά την περίοδο ανοικοδόμησης του, το Ρότερνταμ γνώρισε οικονομική άνθιση, η οποία συμβάλλει στην περαιτέρω ανάπτυξή του. (Παπαβασιλείου & Πιλάτου, 2018)

Έχοντας ένα από τα μεγαλύτερα λιμάνια του κόσμου, η πόλη έχει εξελιχθεί σε ένα δυναμικό οικονομικό κέντρο που αναπτύσσεται συνεχώς. Η γεωγραφική του θέση, το λιμάνι, και η πολύ-πολιτισμικότητά του, έχουν συμβάλει στην διαμόρφωση του Ρότερνταμ σε ιδιαίτερα ανθεκτική πόλη, ειδικά στον τομέα διαχείρισης των υδάτων και στις πρακτικές προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή.

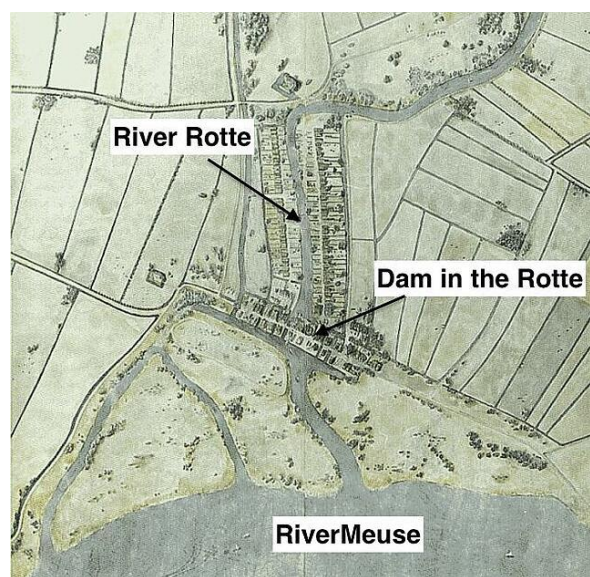


### 3.2 Επιπτώσεις της ανόδου της στάθμης της θάλασσας και των πλημμυρών στην πόλη.

Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας και οι παράκτιες πλημμύρες, αποτελούν συνέπειες της κλιματικής αλλαγής, με σημαντικές επιπτώσεις σε αστικές περιοχές που έχουν άμεση χωρική σχέση με το υδάτινο στοιχείο (Μαλισόβα, 2019). Κατά συνέπεια, ως μία πυκνοκατοικημένη πόλη σε μεγάλο δέλτα ποταμών που εκρέουν στη θάλασσα, το Ρότερνταμ ιστορικά, επηρεάζεται άμεσα από τις διακυμάνσεις των φαινομένων.

Το Ρότερνταμ βρίσκεται σε μια πεδιάδα που συγκεντρώνει τις εκροές από τους ποταμούς Scheldt, Meuse και Rhine, γεγονός που το καθιστά ευάλωτο σε έντονες νεροποντές, καθώς και στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας.

Από τις απαρχές της αστικής ανάπτυξής της, η πόλη προσπαθεί να διαχειριστεί την άνοδο της στάθμης της θάλασσας και τις πλημμύρες, με το πρώτο φράγμα (dam) το 1270 να τοποθετείται στον ποταμό Rotte (εικ. 17) για προστασία, διαχωρίζοντας το γλυκό νερό με αυτό της θάλασσας. Από το φράγμα αυτό δόθηκε και το όνομα στην πόλη (Rotte[r]dam). (Rotterdam Climate Change Adaptation Strategy, 2013)



Εικόνα 17 Το φράγμα στον ποταμό Rotte, 1270. Πηγή: University of Applied Sciences

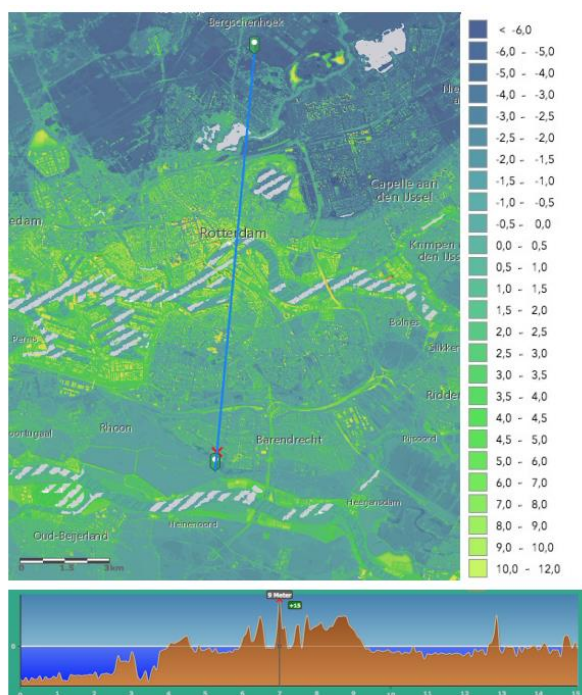
Την 1<sup>η</sup> Φεβρουαρίου 1953, μια τεράστια καταστροφή από πλημμύρες (Μεγάλη πλημμύρα της Βόρειας Θάλασσας) έπληξε την Ολλανδία, το Βέλγιο και το Ηνωμένο Βασίλειο. Το σύστημα αναχωμάτων που υπήρχε, απέτυχε να αποτρέψει την πλημμύρα 160.000 εκταρίων πόλντερ<sup>1</sup>, αφήνοντας συνολικά 1835 νεκρούς στη Νότια Ολλανδία, και μεγάλες οικονομικές απώλειες (περίπου 50 δισεκατομμυρίων ευρώ). (Esteban, Edelenbos, & van Stapele, 2020)

1. πόλντερ: περιφραγμένο με τεχνητό τρόπο τμήμα επιφάνειας εδάφους που περιέχει νερό, ευρισκόμενο σε επίπεδο χαμηλότερο από εκείνο της πηγής παροχής του, και όπου η ποσότητα του νερού μπορεί να ελεγχθεί με μηχανικά μέσα με σκοπό την εκμετάλλευση του εδάφους.

Η καταστροφή των πλημμυρών του 1953 αποτελεί σημείο καμπής στην ιστορία ανθεκτικότητας του Ρότερνταμ, εφόσον οδήγησε στην ανάπτυξη σχεδίων και υποδομών πρόληψης των πλημμυρών, με φράγματα σε όλο το δέλτα των ποταμών Rhine, Meuse και Scheldt, στη Νότια Ολλανδία.

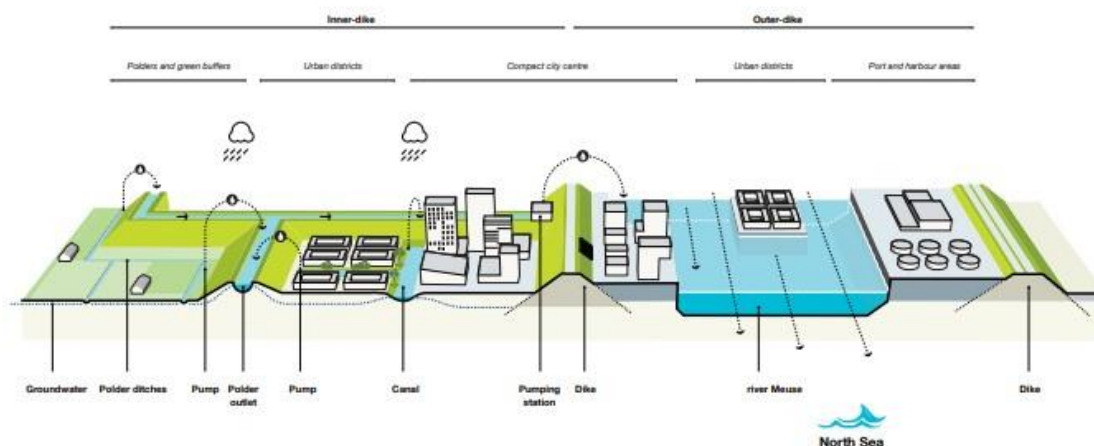
Η πόλη πρέπει να αντιμετωπίσει το νερό που προέρχεται από τέσσερις παράγοντες: την αυξανόμενη εκροή των ποταμών, την άνοδο της στάθμης της θάλασσας, την αύξηση της στάθμης των υπόγειων υδάτων, και την αύξηση των βροχοπτώσεων. (Faber, 2018)

Ο αστικός ιστός αναπτύσσεται κυρίως κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας (εικ. 18), με το χαμηλότερο σημείο να είναι έως και 6,67 μέτρα κάτω από το επίπεδο της. Η πόλη προστατεύεται από αναχώματα (με περιοχές που βρίσκονται εντός και εκτός από αυτά) και ένα δίκτυο αποστράγγισης, το οποίο διατηρεί τα επίπεδα των υδάτων σταθερά, αξιοποιώντας συστήματα καναλιών, λιμνών, αποχετεύσεων και σταθμών άντλησης νερού (εικ. 19). Το σύστημα ωστόσο, δεν είναι ιδιαίτερα ευέλικτο, με αποτέλεσμα οι πυκνοκατοικημένες περιοχές του κέντρου να κινδυνεύουν σε περίπτωση ακραίων συνθηκών.



Εικόνα 18 Κάτοψη και τομή του κέντρου της πόλης. Πηγή Faber, 2018





Εικόνα 19 Σύστημα διαχείρισης υδάτων, Ρότερνταμ. Πηγή Rotterdam Climate Initiative, 2013

Ενώ το Ρότερνταμ έχει μεγάλη ιστορία στις πρακτικές προσαρμογής στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας και τις πλημμύρες, η επιδείνωση των καιρικών φαινομένων λόγω της κλιματικής αλλαγής συνεπάγεται εντονότερες κλιματικές επιπτώσεις στο αστικό περιβάλλον και οδηγεί την πόλη να λάβει περαιτέρω διαρθρωτικές πολιτικές. (Βίδου Κ., 2020)

Συγκεκριμένα, εκτιμήσεις που δημοσιεύθηκαν στο σχέδιο ανθεκτικότητας του Ρότερνταμ (Rotterdam Climate Change Adaptation Strategy), στο δίκτυο Global Resilient Cities, αναφέρουν πως η στάθμη της θάλασσας των ολλανδικών ακτών θα ανέβει 1,2 έως 2 μέτρα μέχρι το έτος 2100, εάν οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου δεν μειωθούν. Αυτό θα έθετε το βιοτικό και επιχειρηματικό κλίμα του Ρότερνταμ υπό τεράστια πίεση.

Τις τελευταίες δεκαετίες ο πληθυσμός του Ρότερνταμ και η οικονομία της πόλης, τόσο στις περιοχές εσωτερικά των αναχωμάτων όσο και σε αυτές που βρίσκονται έξω από αυτά, έχουν αυξηθεί σημαντικά. Ως αποτέλεσμα οι οικονομικές απώλειες, σε περίπτωση ανόδου της στάθμης της θάλασσας και πλημμύρας, είναι μεγαλύτερες σε σχέση με το παρελθόν (τα οικονομικά περιουσιακά στοιχεία του αστικού ιστού του Ρότερνταμ που εκτίθεται στον κίνδυνο των παράκτιων πλημμυρών, ήταν περίπου 105,91 δισεκατομμύρια € το 2007, και τα μελλοντικά υπολογίζονται σε 761,15 δισεκατομμύρια €). (Faber, 2018)

Η μακροχρόνια προστασία από τις συνέπειες της κλιματικής αλλαγής και κατ' επέκταση η επένδυση σε σχέδια προσαρμογής στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας και στις πλημμύρες, είναι επομένως απαραίτητη για την πόλη του Ρότερνταμ και τους κατοίκους της. (Rotterdam Climate Change Adaptation Strategy, 2013)

### 3.3 Πολιτικές προσαρμογής

Οι εκπομπές CO<sub>2</sub> και άλλες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου οδήγησαν (και συνεχίζουν να οδηγούν) στην υπερθέρμανση του πλανήτη και στις αλλαγές του κλιματικού συστήματος. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο το Ρότερνταμ είναι πλήρως αφοσιωμένο στην ενεργειακή μετάβαση και επενδύει στα λεγόμενα μέτρα μετριασμού (μέτρα για την καταπολέμηση της υπερθέρμανσης του πλανήτη). Ωστόσο, η κλιματική αλλαγή εμφανίζεται ήδη, στην επιταχυνόμενη άνοδο της στάθμης της θάλασσας, στις κυμαινόμενες στάθμες ποταμών και στις ,επακόλουθο των παραπάνω, πλημμύρες.

Βρισκόμενο στην πρώτη γραμμή της κλιματικής αλλαγής ως πόλη δίπλα στη θάλασσα και στο ποτάμι, 80% κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας, το Ρότερνταμ επηρεάζεται άμεσα από την άνοδο της στάθμης της θάλασσας και τις πλημμύρες, με επιπτώσεις όπως την καθίζηση εδάφους, ρήγματα σε γέφυρες, ζημιές σε θεμέλια, και προβλήματα τροφίμων και υγείας.

Ωστόσο, η κοινωνική και οικονομική δομή της πόλης, διευκολύνει την εφαρμογή παρεμβάσεων προσαρμογής. Οι συνέπειες της (επιταχυνόμενης) κλιματικής αλλαγής οδηγούν το Ρότερνταμ να προβεί σε διαρθρωτικές προσαρμογές, εκτός από τα μέτρα πρόληψης. Αυτές οι πολιτικές περιλαμβάνουν : 1. Μέτρα προστασίας , 2. Μέτρα προσαρμογής αστικού χώρου και 3. Προσαρμογή κτιρίων.

**Πίνακας 2 Τα μέτρα προσαρμογής του Ρότερνταμ στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας και στις πλημμύρες.**

Μέτρα προσαρμογής	Rotterdam
Ήπια (φυσικά) προστατευτικά μέτρα	Αποκατάσταση ιζημάτων (άμμου) - αμμόλοφοι, αναχώματα
Μηχανικά προστατευτικά μέτρα	Φράγματα
Προσαρμογή αστικού χώρου (Αποθήκευση γλυκού νερού)	Πλατείες νερού, χώροι πρασίνου
Προσαρμογή κτιρίων	Πλωτές κατοικίες

#### 3.3.1 Μέτρα προστασίας

Όπως αναφέρεται και στην ενότητα 2 του δεύτερου κεφαλαίου της εργασίας, οι επιπτώσεις της ανόδου της θάλασσας, μπορούν να αντιμετωπιστούν με την εφαρμογή σκληρών και ήπιων τεχνικών προστασίας, εξασφαλίζοντας τη μη εισχώρηση του υφάλμυρου νερού στο δομημένο περιβάλλον.

Το Ρότερνταμ έχει μεγάλη ιστορία στην λήψη τέτοιων μέτρων έναντι της ανόδου της στάθμης της θάλασσας και των πλημμυρών. Το πρώτο μηχανικό έργο προστασίας κατασκευάστηκε το 1270, όπου ένα φράγμα (dam) τοποθετήθηκε στον ποταμό Rotte, διαχωρίζοντας το γλυκό νερό με αυτό της θάλασσας, από το οποίο δόθηκε και το όνομα στην πόλη (Rotte[r]dam). (Rotterdam Climate Change Adaptation Strategy, 2013)

Στον αστικό ιστό έχουν ληφθεί αρκετές ήπιες τεχνικές άμυνας. Στο εσωτερικό του Ρότερνταμ, πολλά τμήματα εδάφους που έχουν ανακτηθεί από πρώην λίμνες, (συνήθως αναφέρονται ως «polders»), προστατεύονται από δακτυλίους αναχωμάτων, ενώ υπάρχουν και αναχώματα κατά μήκος των κύριων ποταμών και των παράκτιων περιοχών, και μόνιμοι αμμόλοφοι κατά μήκος της ακτής ως ένα φυσικό μέσο προφύλαξης.

Ενισχυμένα (μηχανικά) μέτρα προστασίας που συμβάλλουν μέχρι σήμερα στην άμυνα της πόλης, λήφθηκαν μετά την καταστροφική πλημμύρα του 1953 (πλημμύρα της Βόρειας Θάλασσας), με ένα σχέδιο μελέτης των αιτιών της και ανάπτυξη έργων για την πρόληψη παρόμοιων καταστροφών στο μέλλον.

Συγκεκριμένα, εφαρμόστηκαν σχέδια για τη σύνδεση των νησιών της Νότιας Ολλανδίας και της Ζηλανδίας με φράγματα. Ο συνδυασμός αυτών, ονομάστηκε Σχέδιο Δέλτα και οδήγησε στην υλοποίηση του Delta Works, ενός από τα μεγαλύτερα προγράμματα διαχείρισης νερού στον κόσμο, που περιλαμβάνει μια σειρά από φράγματα και αναχώματα κατασκευασμένα μεταξύ 1958 και 1997 στα νοτιοδυτικά της Ολλανδίας (Aerts, Major, Bowman, Dircke, & Marfai, 2009). (εικ.20)



Εικόνα 20 Τοποθεσίες των φραγμάτων του σχεδίου Δέλτα που κατασκευάστηκαν μεταξύ 1958 και 1997. Πηγή: (Aerts, Major, Bowman, Dircke, & Marfai, 2009)

Μέσω του προγράμματος, ενισχύθηκαν τα προϋπάρχοντα αναχώματα στην πόλη ενώ σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε ένα κινούμενο φράγμα το 1997, στον ποταμό Nieuwe Maas που συνδέει το Ρότερνταμ με τη Βόρεια Θάλασσα, ονομαζόμενο ως Μέσλαντκερινγκ (Maeslantkering) (εικ. 21).



Εικόνα 21 Φράγμα Maeslantkering, Ρότερνταμ. Πηγή (Watersnoodmuseum, 2022)

Λόγω των ναυτιλιακών συμφερόντων, η πρόσβαση στο λιμάνι μέσω του ποταμού Nieuwe Maas, έπρεπε να παραμείνει εύκολη. Κατά συνέπεια, το φράγμα θα έπρεπε να είναι κινούμενο, να μην κλείνει συχνότερα από μία ή δύο φορές κάθε 10 χρόνια και να μην υπάρχει στένωση της υδάτινης οδού. Οι παραπάνω προϋποθέσεις έπαιξαν σημαντικό ρόλο στο στάδιο του σχεδιασμού της κατασκευής. (Watersnoodmuseum, 2022)

Το Maeslantkering ανταποκρίνεται στις προβλέψεις της στάθμης του νερού και κλείνει αυτόματα όταν αναμένεται παλιρροιακό κύμα 3 μέτρων από την επιφάνεια της θάλασσας. Διαθέτει δύο πύλες φραγμού μήκους 210 μέτρων, με δύο χαλύβδινα ζευκτά μήκους 237 μέτρων να τις συγκρατούν. Όταν είναι κλειστό, το φράγμα προστατεύει όλο το πλάτος (360 μέτρα) του Nieuwe Waterweg, της κύριας πλωτής οδού του λιμανιού του Ρότερνταμ. (Watersnoodmuseum, 2022)

Ούσα μια από τις μεγαλύτερες κινούμενες κατασκευές στη Γη, το Maeslantkering αποτελεί το ουσιαστικότερο μηχανικό προστατευτικό μέσο της πόλης, στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας και τις πλημμύρες.

### 3.3.2 Μέτρα προσαρμογής του αστικού χώρου

Οι πολιτικές προσαρμογής του Ρότερνταμ στην κλιματική αλλαγή, και συγκεκριμένα στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας και τις πλημμύρες, δεν περιορίζονται μόνο σε ένα ισχυρό σύστημα προστασίας (αναχώματα ή/και φράγματα), αλλά και στην αξιοποίηση και προσαρμογή του ιδίου του αστικού χώρου.

Όπως ήδη αναφέρθηκε, η πόλη έχει μεγάλη ιστορία στην προσπάθεια προσαρμογής στις κλιματικές συνθήκες, λόγω της ευάλωτης γεωγραφικής της θέσης. Το 1854, το σχέδιο «Singel Plan», αποτέλεσε το πλαίσιο για την περαιτέρω αστική ανάπτυξη της. (εικ. 22)



Εικόνα 22 Σχέδιο Singel, 1854. Πηγή: (University of Applied Sciences, 2021)

Συγκεκριμένα, τα περισσότερα από τα κανάλια (singels) στο Ρότερνταμ, κατασκευάστηκαν τον 19<sup>ο</sup> αιώνα, σύμφωνα με το σχέδιο του Ολλανδού μηχανικού Willem Nicolaas Rose. Μέχρι τότε, το σύστημα ύδρευσης με αυτό της αποχέτευσης ήταν κοινό, με αποτέλεσμα την εξάπλωση των επιδημιών χολέρας. Το σχέδιο Singel οδήγησε στην βελτίωση της ποιότητας του νερού στην πόλη, ενώ διευκόλυνε και τον έλεγχο της στάθμης των υδάτων. Από την κατασκευή τους, τα κανάλια έγιναν ένα από τα αστικά ποιοτικά χαρακτηριστικά του Ρότερνταμ και εξακολουθούν να είναι ένα ελκυστικό χαρακτηριστικό της πόλης.

Ωστόσο η επιταχυνόμενη άνοδος της στάθμης της θάλασσας (συμπεριλαμβανομένης της καθίζησης του εδάφους), λόγω της κλιματικής αλλαγής, έχει αυξήσει την πιθανότητα πλημμύρας στον αστικό ιστό, οδηγώντας τους αρμόδιους φορείς στην λήψη περαιτέρω μέτρων αστικής προσαρμογής μέχρι σήμερα. (Ward, Pauw, van Buuren, & Marfai, 2012)

Το Ρότερνταμ έρχεται αντιμέτωπο με τις μεγάλες ποσότητες νερού που συγκεντρώνονται από την άνοδο της στάθμης της θάλασσας, τις έντονες κατακρημνίσεις και τις πλημμύρες των ποταμών. Στον αστικό ιστό, λόγω της επίπεδης μορφολογίας του, δεν υπάρχουν πολλοί τρόποι απομάκρυνσης των όμβριων υδάτων, επομένως η άμεση και γρήγορη αποστράγγιση είναι πρωταρχικής σημασίας (Κοψίδα, 2019).

Στο πλαίσιο της πρωτοβουλίας Rotterdam Climate Proof μέσω του προγράμματος Resilient Cities Network, το νερό είναι μια σημαντική πτυχή, αλλά δεν λογίζεται μόνο ως απειλή. Το νερό θεωρείται πλεονέκτημα, στοιχείο για την ανάπτυξη μιας ελκυστικής και οικονομικά ισχυρής πόλης, και ως εκ τούτου διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στη στρατηγική αστικής προσαρμογής του Ρότερνταμ. (Aerts, Major, Bowman, Dircke, & Marfai, 2009)

Στην αναζήτηση καινοτόμων και ενεργειακά ελκυστικών λύσεων, η πόλη, μέσω του το σχεδίου Waterplan 2 στην κατεύθυνση του οράματος του Rotterdam Watercity 2030 που αποσκοπεί



στην προστασία της από τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής (π.χ. πλημμύρες), στην ενίσχυση της ελκυστικότητάς της, κ.λπ., παρουσίασε τις περίφημες «πλατείες νερού».

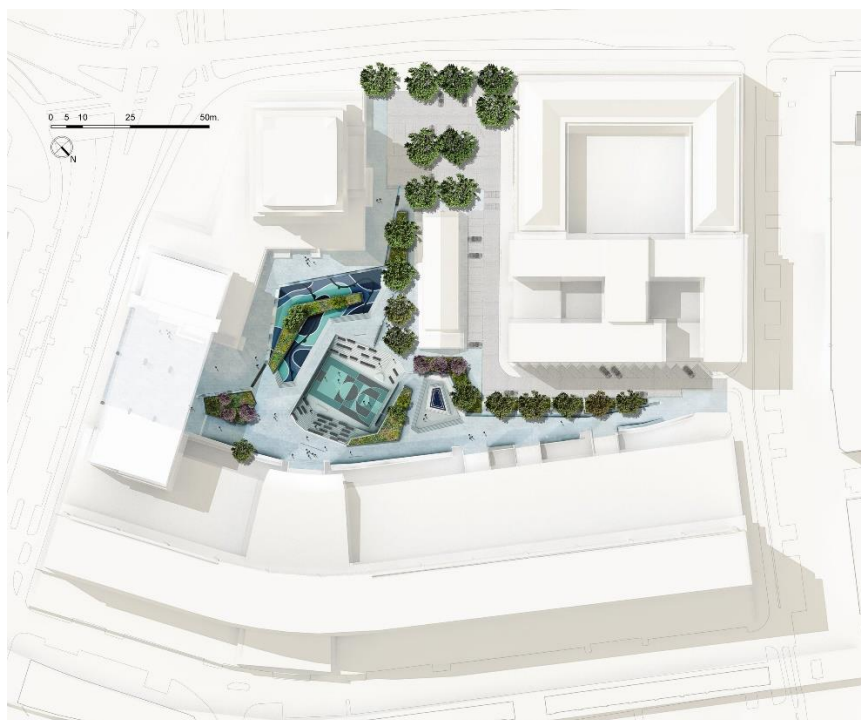
Ο ιδιαίτερος σχεδιασμός τους προσφέρει πολλαπλές χρήσεις και οφέλη. Υπό κανονικές συνθήκες αυτές οι εγκαταστάσεις περιλαμβάνουν παιδικές χαρές ή/και χώρους αθλητισμού (γήπεδα), ενώ κάτω από έντονα καιρικά φαινόμενα συλλέγουν το νερό, προστατεύοντας από πλημμύρες.

Παράδειγμα αποτελεί η πλατεία Benthemplein (εικ. 23), η πρώτη πλατεία νερού στο Ρότερνταμ. Σχεδιασμένος το 2013, μέσω του προγράμματος Rotterdam Climate Initiative, ο χώρος συνδυάζει την αποθήκευση νερού και την πρόληψη πλημμυρών, με τη βελτίωση της ποιότητας του αστικού δημόσιου ιστού.



**Εικόνα 23 Πλατεία νερού Benthemplein, 2013. Πηγή: (De Urbanisten, 2022)**

Υπό κανονικές συνθήκες, η πλατεία χρησιμοποιείται ως χώρος αναψυχής, με ένα γήπεδο που προορίζεται για μπάσκετ και ποδόσφαιρο, περιβαλλόμενο από κερκίδες. Η πλατεία περιλαμβάνει σκληρές επιφάνειες και χώρους πρασίνου (φύτευσης). (De Urbanisten, 2022) (εικ. 24)



**Εικόνα 24 Πλατεία Benthemplein, οριζοντιογραφία γενικής διάταξης. Πηγή: (De Urbanisten, 2022)**

Σε ακραία καιρικά φαινόμενα, τρεις «λεκάνες» συγκεντρώνουν το νερό της βροχής, το οποίο συλλέγεται άμεσα αλλά και έμμεσα από την ευρύτερη περιοχή γύρω από την πλατεία.

Ό,τι μπορεί να πλημμυρίσει είναι βαμμένο σε μπλε αποχρώσεις, ενώ ό,τι «μεταφέρει» το νερό είναι φτιαγμένο από γυαλιστερό ανοξείδωτο χάλυβα.

Πέρα από τις «πλατείες νερού», η αστική προσαρμογή του Ρότερνταμ στην κλιματική αλλαγή, και συγκεκριμένα στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας, συνδυάζεται και με τη βελτίωση της οικολογικής ποιότητάς του, με την δημιουργία χώρων πρασίνου, όπως πάρκα, που αποσκοπούν στην περαιτέρω ενίσχυση της πόλης αλλά και στην προστασία της από ενδεχόμενες πλημμύρες. (Rotterdam Climate Change Adaptation Strategy, 2013)

### **3.3.3 Προσαρμογή των κτιρίων**

Οι συνέπειες της κλιματικής αλλαγής, και συγκεκριμένα η επιταχυνόμενη άνοδος της στάθμης της θάλασσας, έχουν οδηγήσει το Ρότερνταμ να προβεί σε διαρθρωτικές προσαρμογές που αφορούν τόσο την αστική (όπως αναφέρθηκε παραπάνω), όσο και την μικρότερη κλίμακα.

Συγκεκριμένα, στην πόλη, η προσπάθεια εύρεσης εναλλακτικών λύσεων που ενισχύουν την αντιπλημμυρική προστασία, προσθέτουν αξία στην ελκυστικότητα της πόλης, και επιτρέπουν την συνέχιση κατοίκησης αυτής, οδήγησε στην λήψη μέτρων προσαρμογής των κτιρίων του αστικού ιστού.

Όπως αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο 2 της εργασίας, σύμφωνα με την Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC), ένα από τα μέτρα προσαρμογής στο φαινόμενο της ανόδου της στάθμης της θάλασσας είναι ο Συμβιβασμός (Accommodation), που

σχετίζεται με την τροποποίηση των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων και χρήσεων στις παράκτιες περιοχές που πλήττονται (Θωμοπούλου, 2016) (Glanvonic, και συν., 2021).

Βάσει αυτού, ο αστικός ιστός εξωτερικά των κύριων αναχωμάτων (3-5,5 m πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας), όπου ζουν περίπου 40.000 πολίτες, προσαρμόζεται με την δυναμική του νερού με ειδικό σχεδιασμό και κατασκευές, όπως με την τοπική ανύψωση δομών και κρηπιδωμάτων, και πλωτών κτιρίων που φέρουν πλωτή θεμελίωση και δύνανται να κινούνται στον κατακόρυφο άξονα, ανάλογα με την διακύμανση του νερού του ποταμού.

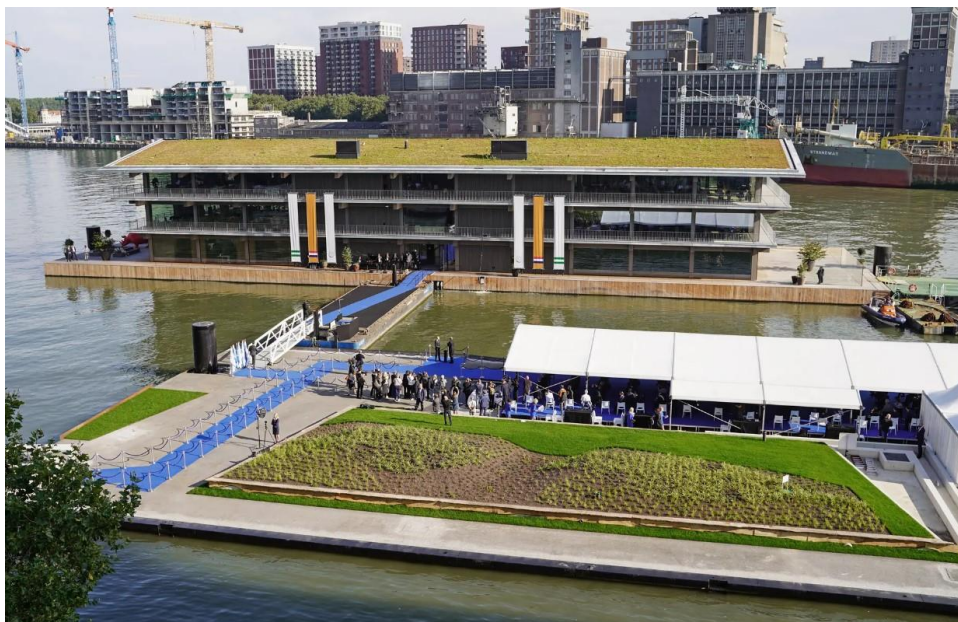
Εκτός από αρκετές πλωτές κατοικίες (εικ. 25), το Ρότερνταμ έχει επενδύσει και στην δημιουργία δημόσιων πλωτών κατασκευών.



**Εικόνα 25 Πλωτές βίλες στο Ρότερνταμ, σχεδιασμένες από το Waterstudio.NL. Πηγή: New York Times**

Παράδειγμα αποτελεί το «FOR» (Floating Office Rotterdam), ορισμένο ως το μεγαλύτερο πλωτό γραφείο στον κόσμο σύμφωνα με τη δημιουργό του, Powerhouse Company. Η πλωτή κατασκευή (εικ. 26) βρίσκεται στο λιμάνι Rijnhaven του Ρότερνταμ και αποτελεί μέρος μιας μεγαλύτερης προσπάθειας ανάπλασης της περιοχής.





Εικόνα 26 Γραφείο “FOR”, Powerhouse Company. Πηγή: (University of Applied Sciences, 2021)

Το ολοκληρωμένο από το 2021 έργο, έχει σχεδιαστεί για να μετατοπίζεται ανάλογα με τις διακυμάνσεις της στάθμης της θάλασσας και την παλίρροια, και να είναι ενεργειακά αυτόνομο.

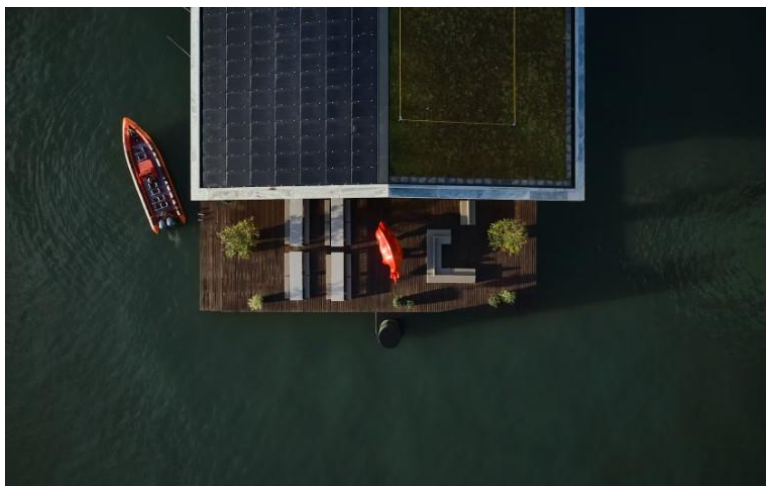
Η κατασκευή έχει έκταση 3.606 τ.μ. και στεγάζει τα κεντρικά γραφεία του Παγκόσμιου Κέντρου Προσαρμογής (Global Center on Adaptation). Διαθέτει δημόσιους χώρους, όπως εστιατόριο και μεγάλη εξωτερική βεράντα με πλωτή πισίνα στον ποταμό Μάας.

Η κύρια δομή του κτιρίου είναι κατασκευασμένη από ξύλο (εικ. 27), αποτελούμενη από προκατασκευασμένες αρθρωτές κολώνες και δοκούς, των οποίων οι συνδέσεις είναι σχεδιασμένες για αποσυναρμολόγηση. Η ξύλινη κατασκευή εδράζεται σε τσιμεντένιους πλωτήρες, με ενσωματωμένες σωληνώσεις που εκμεταλλεύονται τη θερμοκρασία του νερού του ποταμού και το χρησιμοποιούν ως πηγή ψύξης και θέρμανσης για τους εσωτερικούς της χώρους. (Powerhouse Company, 2021)



Εικόνα 27 Γραφείο "FOR". Πηγή: (University of Applied Sciences, 2021)

Όλη η απαιτούμενη ενέργεια για το κτίριο, προέρχεται από μια συστοιχία ηλιακών πάνελ 800 τετραγωνικών μέτρων (εικ. 28), με ενεργειακό πλεόνασμα το οποίο τροφοδοτεί σε ένα βαθμό και την πόλη. (Williams, 2021)



Εικόνα 28 Γραφείο "FOR", στέγη. Πηγή: (Powerhouse Company, 2021)

Σύμφωνα με την Powerhouse Company, το «FOR» αποτελεί παράδειγμα στον τρόπο κατασκευής βιώσιμων πλωτών κατασκευών. (Powerhouse Company, 2021)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Νέα Υόρκη

Ως μια πυκνοκατοικημένη πόλη με ιδιαίτερη τοπογραφία (αναπτυσσόμενη σε σύμπλεγμα νησιών), και μεγάλου οικονομικού βάρους, η Νέα Υόρκη καθίσταται ιδιαίτερα ευάλωτη στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας και στις παράκτιες πλημμύρες.

Ούσα μια από τις πιο ανεπτυγμένες μητροπόλεις παγκοσμίως, η κοινωνική και οικονομική δομή της, έχουν διευκολύνει την αναζήτηση και εφαρμογή λύσεων μετριασμού και προσαρμογής στα παραπάνω φαινόμενα, όπως μέσω της συμμετοχής της στο πρόγραμμα Connecting Delta Cities Network, αλλά και με τη δημοσίευση στρατηγικών ανθεκτικότητας στα πλαίσια του οργανισμού Resilient Cities Network, που αναφέρθηκαν στο κεφάλαιο 2 ενότητα 3.

Στο παρόν κεφάλαιο, θα εξεταστούν οι στρατηγικές και τα αναπτυξιακά πλαίσια της πόλης που αφορούν τις προσπάθειες αντιμετώπισης της ανόδου της στάθμης της θάλασσας και των πλημμυρών, αποτελέσματα της κλιματικής αλλαγής.

### 4.1 Γενικές πληροφορίες

Η Νέα Υόρκη, βρίσκεται στην ανατολική ακτή των ΗΠΑ στα βορειοανατολικά της χώρας (εικ.29), (εικ.30) , αποτελεί την έδρα της μητροπολιτικής περιοχής της Νέας Υόρκης και είναι η μεγαλύτερη σε πληθυσμό πόλη της Αμερικής και μια από τις πιο πυκνοκατοικημένες αστικές περιοχές στον κόσμο, με 8.804.190 κατοίκους (2020) και έκταση 1.213,37 km<sup>2</sup>.



Εικόνα 29 Η θέση της πόλης στην πολιτεία της Νέας Υόρκης.



Εικόνα 30 Η Νέα Υόρκη σήμερα. Πηγή: Google Earth

Ο αστικός της ιστός αναπτύσσεται σε σύμπλεγμα νησιών, στις εκβολές του ποταμού Χάντσον (Hudson) στον Ατλαντικό ωκεανό, και διαιρείται σε 5 μεγάλα διαμερίσματα: Κουίνς, Μανχάταν, Μπρονξ, Μπρούκλιν και Στάτεν Άιλαντ, (εικ.31) το κάθε ένα από τα οποία αποτελούν ξεχωριστή κομητεία<sup>1</sup>.



Εικόνα 31 Τα πέντε διαμερίσματα της πόλης, 2023.

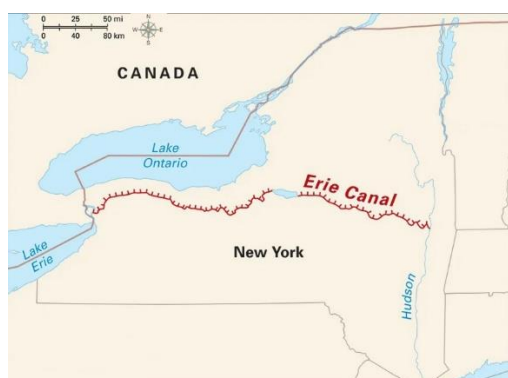
1.Μια κομητεία είναι μια υποδιαίρεση της διοικητικής διαίρεσης της τοπικής αυτοδιοίκησης μέσα σε μια χώρα. Μια κομητεία μπορεί να έχει πόλεις και κωμοπόλεις μέσα στην έκτασή της.



Η ίδρυση της πόλης τοποθετείται περί το 1624, όταν αναπτύχθηκε μια αποικία από Ολλανδούς, στο σημερινό νησί του Μανχάταν, ονομαζόμενη ως «Νέο Άμστερνταμ». Το σημερινό όνομα της πόλης, «Νέα Υόρκη», δόθηκε υπό βρετανική κατοχή το 1664.

Μετά την Αμερικανική Επανάσταση (πόλεμος μεταξύ της Μεγάλης Βρετανίας και των 13 αποικιών της αμερικανικής ηπείρου) το 1776, η Νέα Υόρκη έγινε αποικία των ΗΠΑ και στη συνέχεια πολιτεία το 1788. (Onion, Sullivan, Mullen, & Zarata, 2019)

Από τον 19<sup>ο</sup> αιώνα, κατόπιν της δημιουργίας του καναλιού Erie το 1825, το οποίο ενώνει τον ποταμό Hudson με την λίμνη Erie (584 χλμ.) (εικ.32), το λιμάνι της έγινε η πύλη προς τη βορειοαμερικανική ήπειρο, και σε συνδυασμό με την ανάπτυξη της βιομηχανίας και του εμπορίου, η πόλη εξελίχθηκε σε ένα δυναμικό και οικονομικό κέντρο.



Εικόνα 32 Το κανάλι Erie.

Σήμερα η Νέα Υόρκη, αποτελεί χαρακτηριστική μητρόπολη, που ασκεί σημαντική επίδραση στο εμπόριο, την οικονομία, την τέχνη, την τεχνολογία, την εκπαίδευση και την ψυχαγωγία, παγκοσμίως. Η πόλη αποτελεί κέντρο για τη διεθνή διπλωματία, και έχει χαρακτηριστεί ως η πολιτιστική, τεχνολογική και οικονομική πρωτεύουσα του κόσμου. Ωστόσο, ο οικονομικός της αντίκτυπος σε συνδυασμό με την ιδιαίτερη τοπογραφία της, καθιστούν την πόλη ευπρόσβλητη στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας και στις παράκτιες πλημμύρες.

#### **4.2 Επιπτώσεις της ανόδου της στάθμης της θάλασσας και των πλημμυρών στην πόλη.**

Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας (και κατά συνέπεια οι παράκτιες πλημμύρες) είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με τα γεωγραφικά χαρακτηριστικά των διαφόρων περιοχών του πλανήτη, ενώ οι εκφάνσεις της διαφοροποιούνται ανάλογα με την τοποθεσία και την τοπογραφία τους. (Μαλισόβα, 2019) Η Νέα Υόρκη, ως μία πυκνοκατοικημένη πόλη με χαμηλό υψόμετρο, αναπτυσσόμενη

σε σύμπλεγμα νησιών σε εκβολή ποταμού, επηρεάζεται άμεσα από τις διακυμάνσεις του φαινομένου.

Ο αστικός ιστός έχει μακρά ιστορία καταπολέμησης παράκτιων πλημμυρών, (κυρίως λόγω περιοδικής ανόδου της στάθμης της θάλασσας και παλιρροιακών κυμάτων), πολλές από τις οποίες συνέβαλαν σε μεγάλες καταστροφές στην πόλη.

Ωστόσο, η αξιολόγηση των παρελθόντων και πιθανών μελλοντικών επιπτώσεων της ανόδου της στάθμης της θάλασσας στη Νέα Υόρκη, προϋποθέτει την κατανόηση της φύσης δύο τύπων καταιγίδων που την πλήττουν κατά καιρούς: των κυκλώνων μεσαίου γεωγραφικού πλάτους και των τροπικών κυκλώνων (τυφώνων), καθώς σε συνδυασμό με την παραπάνω, οι συνέπειες τους στην πόλη πολλαπλασιάζονται.

Ο σχηματισμός κυκλώνα μεσαίου γεωγραφικού πλάτους, που εντοπίζεται στα μεσαία γεωγραφικά πλάτη της Γης, μεταξύ 30 και 60 μοιρών από τον ισημερινό, συμβαίνει όταν δύο διαφορετικές μάζες αέρα διαφορετικής πυκνότητας περιστρέφονται γύρω από ένα κέντρο χαμηλής πίεσης. Οι τυφώνες, από την άλλη πλευρά, χαρακτηρίζονται από μια απότομη κλίση πίεσης, που δημιουργεί γρήγορους εσωστρεφείς ανέμους. Ένας τυφώνας χαρακτηρίζεται από κεντρική πίεση που φτάνει τα 120km/h (ταχύτητα ανέμου) και προκαλεί παλιρροιακά κύματα τουλάχιστον 1,6m ύψους. (NASA, 2022)

Οι μεγάλης διάρκειας κυκλώνες και τυφώνες, οδηγούν σε εκτεταμένες περιόδους ισχυρών ανέμων και περιοδική άνοδο της στάθμης της θάλασσας (παλιρροία), και κατά συνέπεια σε παλιρροιακά κύματα τα οποία δύναται να προκαλέσουν κρίσιμες καταστροφές στον αστικό ιστό. (Aerts, Major, Bowman, Dircke, & Marfai, 2009)

Παράδειγμα αποτελεί ο βορειοανατολικός τυφώνας, ο οποίος έπληξε και τα πέντε διαμερίσματα της Νέας Υόρκης τον Δεκέμβριο του 1992. Λόγω της αργής μετατόπισης του και της μεγάλης ταχύτητας ανέμου (113 km/h), ο τυφώνας προκάλεσε υψηλά παλιρροιακά κύματα που οδήγησαν σε μεγάλες ζημιές από πλημμύρες σε περιοχές με χαμηλό υψόμετρο (καταστροφές σε υποδομές, διακοπή ηλεκτρικού ρεύματος και κρίση στο σύστημα μεταφορών της πόλης). (NYCdata, 2021)

Ωστόσο ο πλέον καταστροφικός (και μεγαλύτερος σε διάμετρο, με ανέμους τροπικής καταιγίδας τα 1.850 χλμ.), υπερτροπικός κυκλώνας που έχει καταγραφεί στον Ατλαντικό Ωκεανό, είναι ο «Sandy», που έφτασε στη Νέα Υόρκη 29 Οκτωβρίου του 2012.

Τα παλιρροιακά κύματα που προέκυψαν, προκάλεσαν ζημιές σε πάνω από 69.000 κατοικίες, και κατέστρεψαν ιδιωτικές και δημόσιες υποδομές, αφήνοντας συνολικά 44 νεκρούς στην πόλη, και μεγάλες οικονομικές απώλειες, περίπου 19 δισεκατομμυρίων δολαρίων (17,8 δισεκατομμυρίων ευρώ). (εικ. 33) (The City of New York, 2013)



Εικόνα 33 Περιοχές που πλημμύρησαν κατά τη διάρκεια του τυφώνα Sandy, 2012. Πηγή: Alex de Sherbinin, 2022

Όπως αναφέρεται και στο κεφάλαιο 2 ενότητα 1.1, η κλιματική αλλαγή έχει ήδη συμβάλει στην παγκόσμια άνοδο της στάθμης της θάλασσας, ενισχύοντας σημαντικά τον αντίκτυπο των τυφώνων και των παράκτιων καταιγίδων, αυξάνοντας τα μέσα ύψη των παλιρροιών και των παλιρροιακών κυμάτων.

Εκτός από τις παράκτιες πλημμύρες που δύναται να προκαλέσει, μια μικρή κατακόρυφη αύξηση της στάθμης της θάλασσας μπορεί επίσης να μεταφραστεί σε πολύ μεγάλη αύξηση της οριζόντιας εμβέλειας από παλιρροιακό κύμα.

Κατά συνέπεια, η Νέα Υόρκη, με μέσο υψόμετρο τα 6m και μήκος ακτογραμμής τα 837km, ιδιαίτερα ευάλωτη σε παλιρροιακά κύματα (εξαιτίας του χοανοειδές σχήματος του λιμανιού της που ευνοεί την δημιουργία τους), επηρεάζεται άμεσα από το φαινόμενο.

Εκτιμήσεις, οι οποίες στηρίχτηκαν σε σενάρια για την κλιματική αλλαγή, προβλέπουν άνοδο της στάθμης της θάλασσας έως και 0,60m μέχρι το 2050 και έως 1,8m μέχρι το 2100. Ο ρυθμός αύξησης της στάθμης της θάλασσας υπολογίζεται να φτάσει τα 2mm/έτος (Θωμοπούλου, 2016). Σε συνδυασμό με τη μεγάλη συγκέντρωση πληθυσμού, σημαντικών εγκαταστάσεων και υποδομών στην ακτογραμμή, αυτή η μεταβολή θεωρείται κρίσιμη. (Μαλισόβα, 2019)

Η μακροχρόνια προστασία από τις συνέπειες της κλιματικής αλλαγής και κατ' επέκταση η επένδυση σε σχέδια προσαρμογής στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας και τις πλημμύρες, είναι επομένως απαραίτητη για την πόλη της Νέας Υόρκης και τους κατοίκους της.

### 4.3 Πολιτικές προσαρμογής

Όπως αναφέρεται στο κεφάλαιο 3, ενότητα 3, οι εκπομπές CO<sub>2</sub>, και εκπομπές άλλων αερίων του θερμοκηπίου, οδήγησαν και συνεχίζουν να οδηγούν στην υπερθέρμανση του πλανήτη και στις αλλαγές του κλιματικού συστήματος.

Ενώ έχουν γίνει παγκοσμίως προσπάθειες μετρίωσης και αντιμετώπισης των αιτιών της, η κλιματική αλλαγή εμφανίζεται ήδη, στην επιταχυνόμενη άνοδο της στάθμης της θάλασσας, στον σχηματισμό ισχυρών καταιγίδων και στις, επακόλουθες των παραπάνω, παράκτιες πλημμύρες.

Ως πόλη αναπτυσσόμενη σε σύμπλεγμα νησιών, σε εκβολή ποταμού, με μέσο ύψος λιγότερο από 10m, και μήκος ακτογραμμής τα 837km, η Νέα Υόρκη επηρεάζεται άμεσα από την άνοδο της στάθμης της θάλασσας και τις επιπτώσεις της.

Ήδη από το 2009, σύμφωνα με την έκθεση που παρουσιάστηκε στα πλαίσια του εργαστηρίου (workshop) του οργανισμού Connecting Delta Cities Network, στην πόλη είχαν ληφθεί μέτρα προσαρμογής στις συνέπειες του φαινομένου, που περιλάμβαναν: φυσικά και μηχανικά μέτρα προστασίας (αποκατάσταση υδροβιότοπων, τοποθέτηση άμμου σε διαβρωμένες ακτές, φράγματα και κυματοθραύστες), και μέτρα προσαρμογής κτιρίων (αντιπλημμυρικά υλικά σε υπόγεια και σε ισόγειες κατοικίες).

Εντούτοις, το 2012, η πόλη αποδείχθηκε ανεπαρκώς προετοιμασμένη στην αντιμετώπιση των συνεπειών του τυφώνα «Sandy», και αναγκάστηκε να προβεί σε πιο εντατικές ρυθμίσεις που θα προλάμβαναν ένα παρόμοιο γεγονός στο μέλλον.

Πιο συγκεκριμένα, οι καταστροφές του τυφώνα «Sandy», σε συνδυασμό με τις δυσμενείς προβλέψεις για την άνοδο της στάθμης της θάλασσας, οδήγησαν τον αστικό ιστό στην εκτεταμένη αναζήτηση και εφαρμογή παρεμβάσεων προσαρμογής στο φαινόμενο. Αυτές οι πολιτικές περιλαμβάνουν: 1. Μέτρα προστασίας, 2. Οπισθοχώρηση, 3. Μέτρα προσαρμογής του αστικού χώρου, 4. Προσαρμογή κτιρίων, 5. Σχέδιο εκκένωσης



**Πίνακας 3 Τα μέτρα προσαρμογής της Νέας Υόρκης στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας και τις πλημμύρες.**

Μέτρα προσαρμογής	New York
Ήπια (φυσικά) προστατευτικά μέτρα	Αμμόλοφοι, τροφοδότηση ακτών με άμμο
Μηχανικά προστατευτικά μέτρα	Κυματοθραύστες, προκυμαίες, αντιπλημμυρικά τοιχία, έργα αποκατάστασης αποχετευτικού συστήματος
Οπισθοχώρηση	Μεταφορά κρίσιμων εγκαταστάσεων από ευπρόσβλητες περιοχές
Προσαρμογή αστικού χώρου (Αποθήκευση γλυκού νερού)	Χώροι πρασίνου, προτάσεις αστικών παρεμβάσεων μεγάλης κλίμακας
Προσαρμογή κτιρίων	Ανύψωση κτιρίων, Wet Floodproofing, Dry Floodproofing
Σχέδιο εκκένωσης	Ανάπτυξη σχεδίου εκκένωσης σε περίπτωση κινδύνου

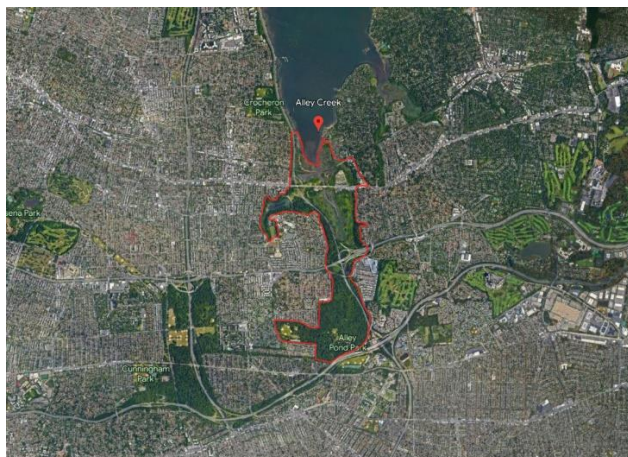
#### 4.3.1 Μέτρα προστασίας

Η ενσωμάτωση των μέτρων προστασίας, έναντι των επιπτώσεων της ανόδου της στάθμης της θάλασσας στον πολεοδομικό και αστικό σχεδιασμό, περιλαμβάνει την ολοκλήρωση αντιπλημμυρικών έργων, τα οποία στοχεύουν στην παρεμπόδιση των παλιρροιακών πλημμυρών και της εισχώρησης του θαλασσινού νερού στο δομημένο περιβάλλον (Μαλισόβα, 2019).

Πριν από τον τυφώνα «Sandy», η πόλη της Νέας Υόρκης είχε εφαρμόσει δομικές λύσεις για την προστασία των ευάλωτων, σε πλημμύρες, περιοχών και δομών. Ωστόσο, οι επιπτώσεις της καταιγίδας, σε συνδυασμό με τις δυσμενείς προβλέψεις για την άνοδο της στάθμης της θάλασσας, οδήγησαν στην επέκταση των πρωτοβουλιών, ώστε να συμπεριληφθούν ολοκληρωμένα συστήματα αντιπλημμυρικής προστασίας, με δύο βασικούς τύπους στρατηγικών παράκτιας άμυνας: τους ήπιους (φυσικούς) και τους ενισχυμένους (μηχανικούς).

Στην πόλη έχουν ληφθεί αρκετά φυσικά μέτρα προστασίας, τόσο μέσω της δημιουργίας τεχνητών αμμόλοφων και τροφοδότησης αστικών παραλιών με άμμο, που επιβραδύνουν τη διαδικασία της διάβρωσης, όσο και μέσω της διαχείρισης παραθαλάσσιων και παραποτάμιων εκτάσεων βλάστησης. Παράδειγμα στο τελευταίο, αποτελεί η αποκατάσταση και επέκταση του υγροβιότοπου Alley Creek στην κομητεία Queens, ο οποίος δύναται να προστατεύσει τον αστικό χώρο που έχει αναπτυχθεί κατά μήκος της

ακτογραμμής, από την εισχώρηση του θαλασσινού νερού, ενώ παράλληλα συντελεί στην ενίσχυση της βιοποικιλότητας. (Kensinger, 2016) (εικ.34,35)



Εικόνα 34 Ο υγροβιότοπος του Alley Creek, Queens. Πηγή: Google Earth



Εικόνα 35 Μέρος του υγροβιότοπου Alley Creek. Πηγή: (Kensinger, 2016)

Εντούτοις, οι πιο διαδεδομένες παρεμβάσεις προστασίας της πόλης, είναι μηχανικές, και αποτελούνται από αντιπλημμυρικά τοιχία (σκληρές δομές, τοποθετημένες στην παράκτια ζώνη, οι οποίες εξασφαλίζουν την προστασία της από ακραία παλιρροιακά φαινόμενα), προκυμαίες και κυματοθραύστες (τεχνητές δομές συνήθως κατασκευασμένες από πέτρα, οι οποίες εφαρμόζονται με στόχο τη μείωση της ταχύτητας των θαλάσσιων ρευμάτων ενώ συντελούν και στη μείωση της έκθεσης των παράκτιων υποδομών σε πλημμύρες).

Έπειτα από τον προσδιορισμό και την αξιολόγηση των ευάλωτων περιοχών του αστικού ιστού, μετά τον τυφώνα «Sandy», η πόλη έχει προχωρήσει, πέρα από την ενίσχυση των υπάρχοντων προστατευτικών δομών, στην μελέτη και εφαρμογή νέων μέτρων, τα οποία εμπίπτουν στις κατηγορίες πολιτικών άμυνας που αναφέρθηκαν παραπάνω, με κόστος που ήδη ξεπερνάει τα 4 δισεκατομμύρια δολάρια. (εικ. 36, 37)



**Εικόνα 36** Πρώτο ολοκληρωμένο τμήμα αντιπλημμυρικού τοίχου στο Stuyvesant Cove Park, Manhattan. Ιούλιος 2021. Πηγή: NYC Department of Design and Construction (DDC)



**Εικόνα 37** Προκυμαία στην παραλία Rockaway Beach στο Queens, 2021. Πηγή: New York District Website

Εκτός από μεμονωμένες μηχανικές ρυθμίσεις αντιμετώπισης που έχουν ληφθεί στην πόλη, έχουν χρηματοδοτηθεί και μεγαλύτερης κλίμακας σχέδια, που στοχεύουν στην προστασία της. Παράδειγμα φέρει το σχέδιο Brooklyn Bridge – Montgomery Coastal Resilience (BMCR project) του 2021, μέρος μιας εκτεταμένης μελέτης για την ανθεκτικότητα του κάτω Manhattan απέναντι στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας και τις πλημμύρες (Lower Manhattan Coastal Resilience).

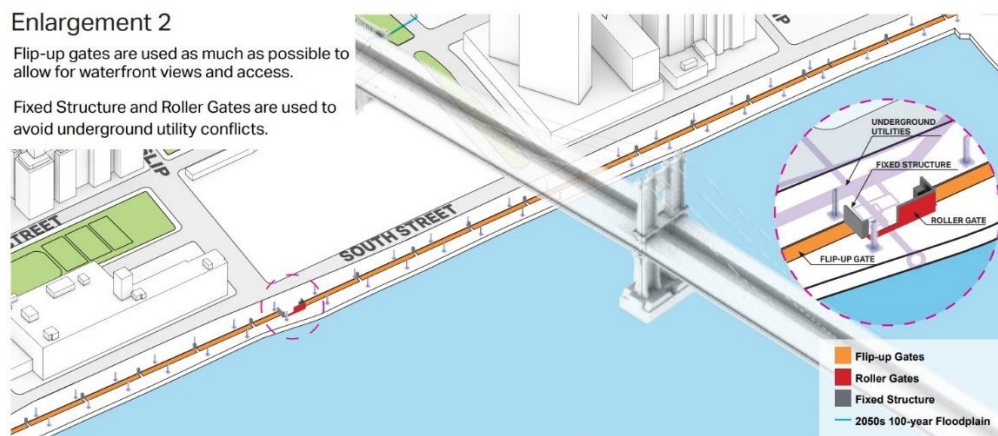
Σύμφωνα με το BMCR, στην περιοχή Two Bridges και συγκεκριμένα κατά μήκος της παράκτιας ζώνης, από τη γέφυρα του Brooklyn έως την οδό Montgomery, έχει γίνει μελέτη για εγκατάσταση αντιπλημμυρικών τοιχίων σε συνδυασμό με πτυσσόμενα φράγματα (που δύναται να ανοίγουν σε περίπτωση κρίσιμων πλημμυρών), με στόχο τη μείωση κινδύνου, τόσο από την άνοδο της στάθμης της θάλασσας, όσο και από παλιρροιακά κύματα, ενώ έχει προβλεφθεί και η διατήρηση της θέας και της πρόσβασης στην προκυμαία. (εικ.38,39)



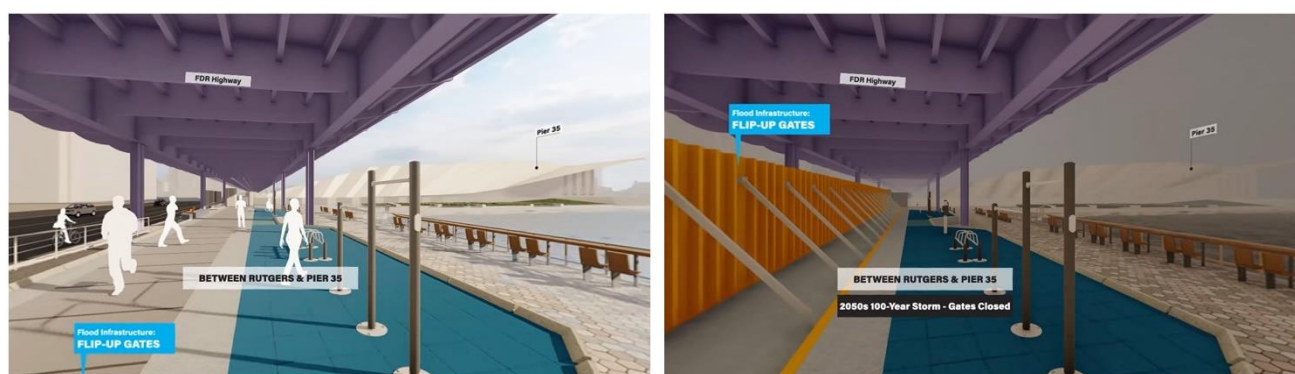
### Enlargement 2

Flip-up gates are used as much as possible to allow for waterfront views and access.

Fixed Structure and Roller Gates are used to avoid underground utility conflicts.



Εικόνα 38 Μέρος του σχεδίου BMCR. Πηγή: (NYC, 2019)



Εικόνα 39 Λεπτομέρεια πτυσσόμενων φραγμάτων, μέρος του BMCR. Αριστερά, τα κλειστά φράγματα εφάπτονται στο πεζοδρόμιο, ενώ δεξιά, παρουσιάζεται η δυνατότητα τους να ανοίγουν σε περίπτωση κρίσιμης καταιγίδας. Πηγή: NYC, Lower Manhattan Coastal Resiliency

Τέλος, μηχανικές στρατηγικές προστασίας από την άνοδο της στάθμης της θάλασσας και τις πλημμύρες, στον αστικό ιστό, είναι και τα μέτρα αποκατάστασης του αποχετευτικού συστήματος, όπως στην περιοχή Canarsie στο Brooklyn, και συγκεκριμένα κατά μήκος του ποταμού «Fresh Creek», όπου γίνονται ήδη έργα για τη δημιουργία «θαλάμων παλίρροιας» (εικ. 40). Οι θάλαμοι, δύνανται να διατηρούν και να ελέγχουν τη ροή του νερού που εισέρχεται στον αποχετευτικό αγωγό, κατά τη διάρκεια παλίρροιας ή παλίρροιακού κύματος, ενώ παράλληλα να εμποδίζουν την εισχώρηση αποβλήτων στις γραμμές αποχέτευσης.



Εικόνα 40 «Θάλαμος παλίρροιας» υπό κατασκευή, Brooklyn 2022.

### 4.3.2 Οπισθοχώρηση

Μια διαδεδομένη τεχνική προσαρμογής της παράκτιας αστικής ανάπτυξης στην ενδεχόμενη αύξηση της στάθμης της θάλασσας, είναι η πραγματοποίηση μιας προγραμματισμένης οπισθοχώρησης όλων των ανθρώπινων δραστηριοτήτων και χρήσεων από τις περιοχές που κρίνονται ευπαθείς στις επιπτώσεις του φαινομένου. Η έννοια της οπισθοχώρησης δεν ταυτίζεται με αυτή της εγκατάλειψης, καθώς η πρώτη αποτελεί μία σχεδιασμένη διαδικασία που συμπεριλαμβάνει την προοπτική ανάπτυξης.

Στην πόλη της Νέας Υόρκης, μετά τον τυφώνα «Sandy», η οπισθοχώρηση πραγματοποιείται σταδιακά και περιορίζεται στις σημαντικές υπηρεσίες, που βρίσκονται σε ευάλωτες, από πλημμύρα, περιοχές της παράκτιας ζώνης, όπως είναι τα νοσοκομεία, τα σχολεία, το οδικό δίκτυο και οι εγκαταστάσεις μεταφορών. (Μαλισόβα, 2019)

### 4.3.3 Μέτρα προσαρμογής του αστικού χώρου

Οι παράκτιες γειτονίες της πόλης διαφέρουν σε μεγάλο βαθμό μεταξύ τους, τόσο λόγω της διακύμανσης της πυκνότητάς τους, όσο και της ποικιλομορφίας τους στους τύπους στέγασης. Το πολυσύνθετο παράκτιο τοπίο που προκύπτει, αναγκάζει την πόλη να προβεί σε μέτρα προσαρμογής του αστικού χώρου, με παρεμβάσεις μικρής και μεγάλης κλίμακας, ανάλογα με τις ιδιαιτερότητες της κάθε περιοχής.

Σε πολλές περιοχές της Νέας Υόρκης, η αστική προσαρμογή της συνδυάζεται με τη βελτίωση της οικολογικής ποιότητάς της, με την ανάπτυξη χώρων πρασίνου (πάρκα) που αποσκοπούν στην περαιτέρω ενίσχυση της πόλης αλλά και στην προστασία της από ενδεχόμενες πλημμύρες, όπως το Hunters point South park (εικ.41) , στον ποταμό East River στο Long Island (τη δυτικότερη γειτονιά της κομητείας Queens).



Εικόνα 41 To Hunters point South park, με θέα το East River στο Long island, Queens, 2018. Πηγή: Landezine

Σχεδιασμένος το 2018, από τα αρχιτεκτονικά γραφεία SWA/BALSLEY και WEISS/MANFREDI, ο χώρος συνδυάζει την απορρόφηση νερού και την πρόληψη πλημμυρών, με τη βελτίωση της ποιότητας του αστικού δημόσιου ιστού της παράκτιας ζώνης. (Landezine International Landscape Award, 2018)

Το πάρκο, με συνολική επιφάνεια 120.000m<sup>2</sup>, απαρτίζεται από διαδοχικούς παραθαλάσσιους χώρους πρασίνου, υγροβιότοπους, μία αστική παραλία και ποικίλους χώρους αναψυχής (παιδικές χαρές, γήπεδο μπάσκετ, ποδηλατοδρόμος, πίστα για σκύλους) (εικ.42)



Εικόνα 42 Οριζοντιογραφία γενικής διάταξης του πάρκου, με επεξήγηση χρήσεων. Πηγή: Landezine



Ο κεντρικός ανοιχτός πράσινος χώρος του πάρκου, με ωοειδές σχήμα, είναι σχεδιασμένος για να απορροφά μεγάλες ποσότητες υδάτων σε περίπτωση πλημμύρας, και πλαισιώνεται από ένα ανοιχτό περίπτερο και ένα υπερυψωμένο καφέ με θέα στον ποταμό (εικ. 43).

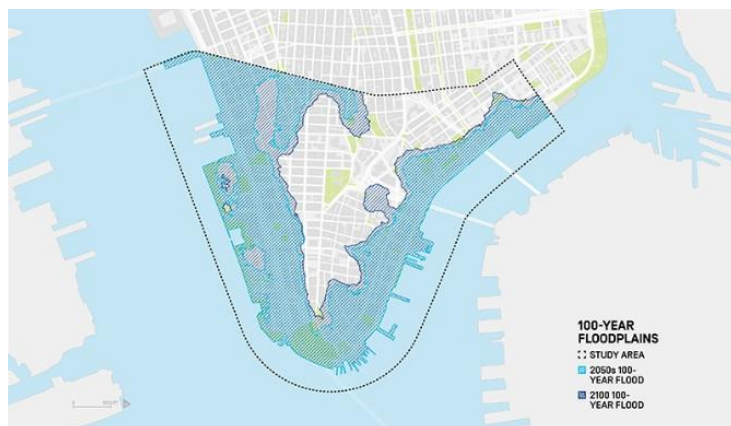


Εικόνα 43 Κεντρικός χώρος πρασίνου του πάρκου. Πηγή: Landezine

Εκτός από παρεμβάσεις προσαρμογής σε κλίμακα γειτονιάς, στην πόλη έχουν εκπονηθεί αρκετές μελέτες μεγαλύτερης αστικής κλίμακας που όμως δεν έχουν υλοποιηθεί, που αφορούν τη συνολική διαχείριση και προσαρμογή του παράκτιου μετώπου της, έναντι στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας. Σε αυτήν την κατηγορία εμπίπτει το σχέδιο Lower Manhattan Coastal Resiliency (LMCR) Strategy.

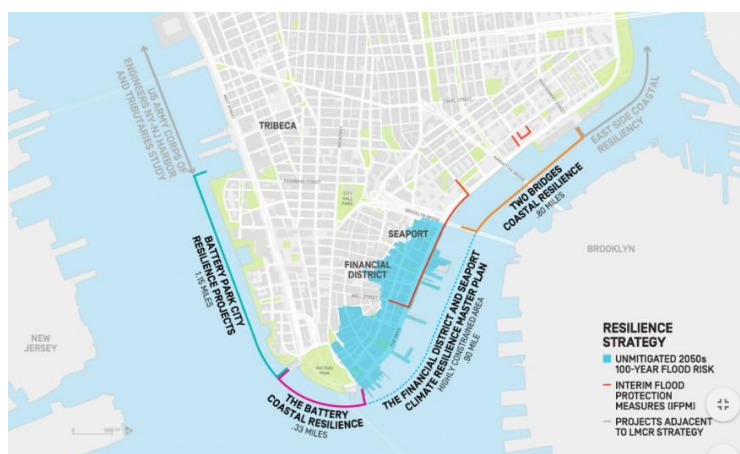
Η μελέτη, που εκτείνεται σε όλη την παράκτια ζώνη του Κάτω Manhattan και αναμένεται να ολοκληρωθεί το 2027, επιδιώκει στην ανθεκτικότητα της πιο ευάλωτης, από πλημμύρα, περιοχής της πόλης, το κάτω Manhattan, απέναντι στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας και τα παλιρροιακά κύματα, διατηρώντας παράλληλα την πρόσβαση στην προκυμαία με την ενσωμάτωση δημόσιων χώρων.

Το σχέδιο προτείνει την επέκταση της νήσου με τη δημιουργία μιας νέας ακτογραμμής, που θα προκύψει από τη δόμηση μίας υπερυψωμένης ζώνης πλάτους περίπου 150m, πάνω στην επιφάνεια της θάλασσας, όπως φαίνεται στην εικόνα 43. Η παρέμβαση αποτελεί προσπάθεια δημιουργίας ενός νέου αστικού χώρου, ο οποίος θα λειτουργεί ως τεχνητή ζώνη προστασίας της πόλης έναντι στην αύξηση της στάθμης της θάλασσας. (εικ. 44)



Εικόνα 44 Αποτύπωση των πλημμυρικών ζωνών του Μανχάταν της Νέας Υόρκης, ΗΠΑ. Με τη διακεκομμένη γραμμή σημειώνεται η προτεινόμενη προέκταση της ακτογραμμής. Πηγή: (Μαλισόβα, 2019)

Λόγω του πολυμορφικού παράκτιου μετώπου της περιοχής, το LMCR, απαρτίζεται από 4 μικρότερης κλίμακας έργα (Brooklyn Bridge - Montgomery Coastal Resilience, Seaport Coastal Resilience, The Battery Coastal Resilience, Battery Park City Resilience Projects), τα οποία θα προσαρμόζονται στις ιδιαιτερότητες της κάθε γειτονιάς (εικ. 45).



Εικόνα 45 Στρατηγική ανθεκτικότητας της νήσου του Μανχάταν της Νέας Υόρκης, ΗΠΑ. Πηγή: (Μαλισόβα, 2019)

#### 4.3.4 Προσαρμογή των κτιρίων

Οι συνέπειες της κλιματικής αλλαγής, και συγκεκριμένα η επιταχυνόμενη άνοδος της στάθμης της θάλασσας, σε συνδυασμό με τις δυσμενείς συνέπειες του τυφώνα «Sandy» το 2012, έχουν οδηγήσει τη Νέα Υόρκη να προβεί σε διαρθρωτικές προσαρμογές που αφορούν τόσο την αστική (όπως αναφέρθηκε παραπάνω), όσο και την μικρότερη κλίμακα.

Συγκεκριμένα, στο επίπεδο αρχιτεκτονικής αντιμετώπισης, έπεται από την διαίρεση της πόλης σε ζώνες (με βάση τον κίνδυνο πλημμύρας τους), από την Ομοσπονδιακή Υπηρεσία Διαχείρισης Καταστάσεων Έκτακτης Ανάγκης

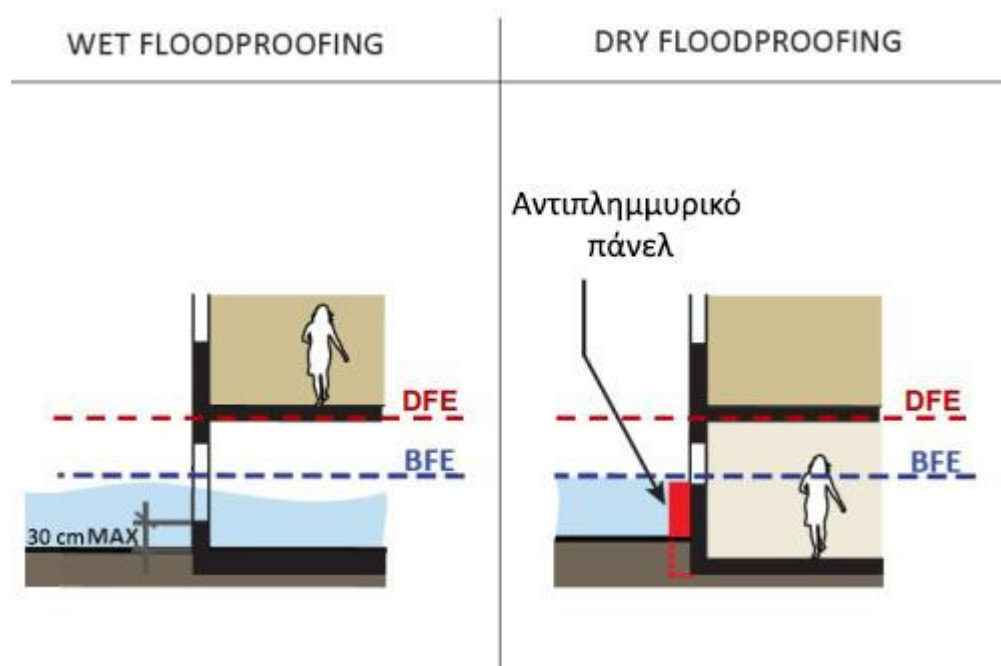


(Federal Emergency Management Agency), σε πολλές κατασκευές (σε ευάλωτες περιοχές), έχουν ληφθεί ποικίλα μέτρα προσαρμογής στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας και τις συνέπειες της.

Ένα από αυτά, αποτελεί η ανύψωση κτιρίων και εγκαταστάσεων πάνω από το Design Flood Elevation (DFE) (επίπεδο προστασίας από πλημμύρες), με την δημιουργία νέων θεμελίων. Στην συγκεκριμένη στρατηγική προσαρμογής, οι χώροι κάτω από το DFE, δύναται να χρησιμοποιηθούν μόνο για στάθμευση οχημάτων, πρόσβαση στο κτίριο και αποθήκευση. (NYC Planning, 2014)

Επιπλέον μέτρο αρχιτεκτονικής προσαρμογής, αποτελεί το «Wet Flood proofing», που περιλαμβάνει μία σειρά στρατηγικών αντιπλημμυρικής προστασίας και πρόληψης, επιτρέποντας ταυτόχρονα την εισροή νερού από πλημμύρα, στο ακατοίκητο τμήμα μιας υποδομής (π.χ. σε ημιτελές υπόγειο ή γκαράζ), ώστε να εξισορροπηθεί η πίεση και κατά συνέπεια να αποφευχθούν οι δομικές ζημιές.

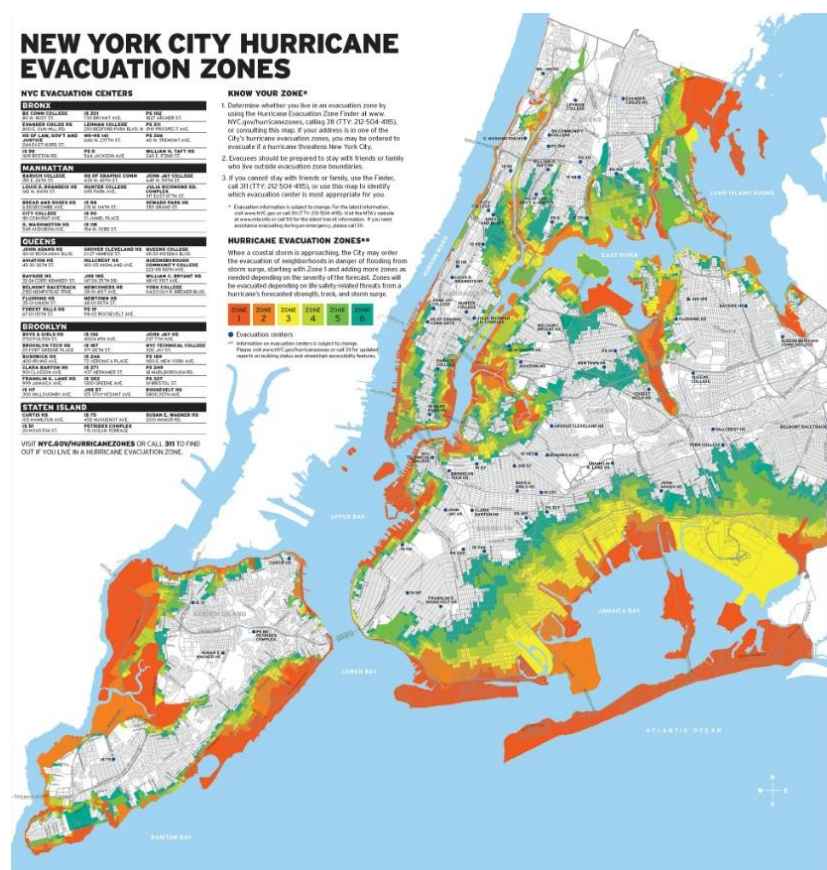
Αντίθετα, η σχεδιαστική προσαρμογή κτιρίων, μπορεί να αφορά και την εξολοκλήρου αντιπλημμυρική μόνωση τους (Dry Floodproofing), τόσο μέσω της ενίσχυσης της θεμελίωσης και των τοιχίων τους ή/και την εφαρμογή αδιάβροχης και αδιαπέραστης επιστρώσης ή μεμβράνης σε εξωτερικούς τοίχους, όσο και μέσω της σφράγισης των ανοιγμάτων τους κάτω από το DFE. (εικ.46)



Εικόνα 46 Οι δύο στρατηγικές Floodproofing. Αριστερά απεικονίζεται η στρατηγική Wet Floodproofing, σύμφωνα με την οποία τα ανοίγματα επιτρέπουν το νερό να εισχωρεί στο κτίριο, και δεξιά η στρατηγική Dry Floodproofing που αφορά την αντιπλημμυρική μόνωση του κτιρίου. Το Base Flood Elevation (BFE) είναι ένα υψόμετρο που υποδεικνύεται στον Χάρτη Ασφάλισης Πλημμύρας της Ομοσπονδιακής Υπηρεσίας Διαχείρισης Καταστάσεων Έκτακτης Ανάγκης (FEMA), που καθορίζει το υψόμετρο μιας πιθανής πλημμύρας. Το Design Flood Elevation (DFE) χρησιμοποιεί το BFE για να καθορίσει το κατάλληλο υψόμετρο για την υλοποίηση νέων κατασκευών εντός μιας ζώνης πλημμύρας.

### 4.3.5 Σχέδιο εκκένωσης

Εκτός από τις στρατηγικές προστασίας και προσαρμογής στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας, που αναφέρθηκαν παραπάνω, στη Νέα Υόρκη, έχει γίνει και ανάπτυξη σχεδίου εκκένωσης, βασισμένου στον χάρτη ζωνών της Ομοσπονδιακής Υπηρεσίας Διαχείρισης Καταστάσεων Έκτακτης Ανάγκης (Federal Emergency Management Agency), που οριοθετεί τις ευάλωτες, από πλημμύρα, περιοχές του αστικού ιστού σε περίπτωση τυφώνα (εικ. 47).



Εικόνα 47 Οι ζώνες εκκένωσης της πόλης της Νέας Υόρκης σε περίπτωση πλημμύρας λόγω τυφώνα, 2020. Πηγή: Federal Emergency Management Agency

Βάσει αυτού, οι παράκτιες περιοχές της πόλης χωρίζονται σε έξι ζώνες (1 έως 6) με βάση την ευπάθεια τους στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας, και κατά συνέπεια τις πλημμύρες λόγω παλιρροιακών κυμάτων σε περίπτωση τυφώνα. Ο Δήμος μπορεί να διατάξει τους κατοίκους να απομακρυνθούν από την εκάστοτε περιοχή, ανάλογα με την πορεία του τυφώνα και την προβλεπόμενη καταιγίδα, με την ζώνη 1 να βρίσκεται πρώτη στη γραμμή εκκένωσης.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Τζακάρτα

Ως μία πυκνοκατοικημένη παραθαλάσσια πόλη χαμηλού υψομέτρου, με έντονη αστική ανάπτυξη στη ζώνη της ακτογραμμής, η Τζακάρτα καθίσταται ιδιαίτερα ευπαθής στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας, ενώ εκτίθεται και σε φαινόμενα παλιρροιακών πλημμυρών που θέτουν σε κίνδυνο τη λειτουργία των οικολογικών και αστικών της συστημάτων.

Στο παρελθόν, η Τζακάρτα έχει αναζητήσει και εφαρμόσει λύσεις προσαρμογής στα παραπάνω φαινόμενα, όπως μέσω της συμμετοχής της στο πρόγραμμα Connecting Delta Cities Network το 2009, αλλά και με τη δημοσίευση της στρατηγικής ανθεκτικότητας της, στα πλαίσια του οργανισμού Resilient Cities Network.

Στο παρόν κεφάλαιο, θα εξεταστούν οι στρατηγικές και τα αναπτυξιακά πλαίσια της πόλης, που αφορούν τις προσπάθειες αντιμετώπισης της ανόδου της στάθμης της θάλασσας και των πλημμυρών, αποτελέσματα της κλιματικής αλλαγής.

### 5.1 Γενικές πληροφορίες

Η Τζακάρτα, βρίσκεται στη βορειοδυτική ακτή του νησιού Ιάβα, στη Νοτιοανατολική Ασία, (εικ. 48,49) και αποτελεί την πρωτεύουσα και τη μεγαλύτερη σε πληθυσμό πόλη της Ινδονησίας και μία από τις πιο πυκνοκατοικημένες αστικές περιοχές στον κόσμο, με 10.770.000 κατοίκους (2020) και έκταση 664.01 km<sup>2</sup>. (Martinez & Masron, 2020)



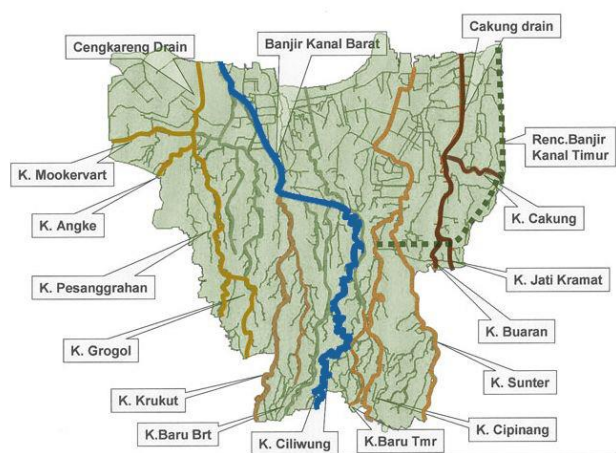
Εικόνα 48 Η θέση της Τζακάρτα στο νησί Ιάβα της Ινδονησίας.



Εικόνα 49 Η Τζακάρτα σήμερα. Πηγή Google Earth

Ο αστικός ιστός της παραθαλάσσιας πόλης, αναπτύσσεται σε μια προσχωσιγενή πεδιάδα<sup>1</sup> με μέσο υψόμετρο τα 8m, εν μέσω της οποίας ρέουν 13 ποτάμια, με το 40% αυτού να βρίσκεται κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας. (C40 Cities Climate Leadership Group, 2016)

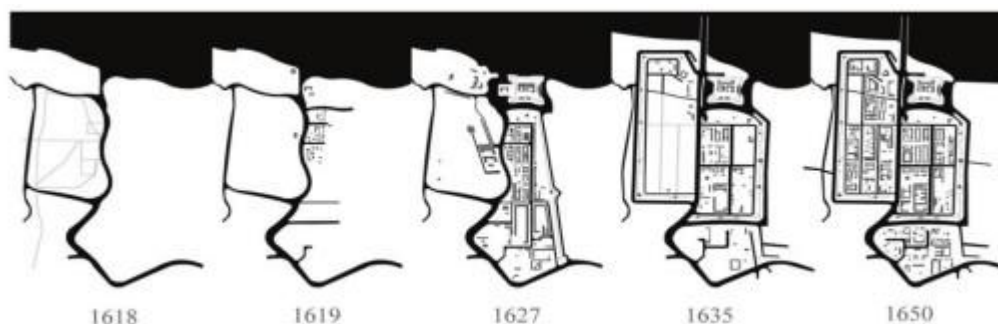
Ενώ ιστορικές πηγές αναφέρουν ευρήματα ινδουιστικών οικισμών στις εκβολές του ποταμού Ciliwung (ο μεγαλύτερος ποταμός της περιοχής), (εικ.50), από τον 4<sup>ο</sup> αιώνα, ωστόσο η ίδρυση της πόλης τοποθετείται περί το 1619, όταν αναπτύχθηκε μια αποικία γύρω από λιμάνι, από την Ολλανδική Εταιρεία Ανατολικών Ινδών, ονομαζόμενη ως «Βατανία» (εικ.51). Το σημερινό όνομα της πόλης, «Τζακάρτα», δόθηκε υπό Ιαπωνική κατοχή το 1942. (Waworoentoe, 2023)



Εικόνα 50 Με μπλε χρώμα απεικονίζεται ο ποταμός Ciliwung στην πόλη της Τζακάρτα. Πηγή (Koto & Negara, 2018)

1. Μια μεγάλη επίπεδη μορφή εδάφους που δημιουργείται από την εναπόθεση ιζημάτων για μεγάλο χρονικό διάστημα, από έναν ή περισσότερους ποταμούς που προέρχονται από ορεινές περιοχές, από τα οποία σχηματίζεται προσχωσιγενές έδαφος.





Εικόνα 51 Η ανάπτυξη της πόλης Batavia, τις πρώτες τρεις δεκαετίες μετά την κατάληψη της περιοχής από την Ολλανδική Εταιρεία Ανατολικών Ινδιών. Πηγή (Octavianti & Charles, 2018)

Μετά την Εθνική Επανάσταση της Ινδονησίας, η χώρα ανεξαρτητοποιήθηκε το 1949, και στη συνέχεια η Τζακάρτα ανακηρύχθηκε επίσημα η πρωτεύουσα της το 1966. (Waworoentoe, 2023)

Από τον 18<sup>ο</sup> αιώνα, η έντονη εμπορική δραστηριότητα, σε συνδυασμό με την ανάπτυξη της βιομηχανίας και τη ραγδαία αύξηση του πληθυσμού (από 600.000 κατοίκους το 1940, σε 3.000.000 το 1960) (World Population Review, 2023), συνέβαλαν στην εξέλιξη της πόλης σε ένα δυναμικό και οικονομικό κέντρο.

Σήμερα η Τζακάρτα αποτελεί σημαντική μητρόπολη της Ασίας, και περιγράφεται ως το πολιτιστικό, οικονομικό και ψυχαγωγικό κέντρο της Ινδονησίας, με σημαντική επιρροή στο εμπόριο, την τεχνολογία, την εκπαίδευση, την πολιτική και τον τουρισμό. Η παραθαλάσσια θέση της και το χαμηλό υψόμετρο της πόλης ωστόσο, σε συνδυασμό με την υψηλή πληθυσμιακή πυκνότητα και τον γρήγορο ρυθμό καθίζησής της (λόγω άντλησης υπόγειων υδάτων), καθιστούν την Τζακάρτα ιδιαίτερα ευάλωτη στο φαινόμενο της ανόδου της στάθμης της θάλασσας και τις παράκτιες πλημμύρες.

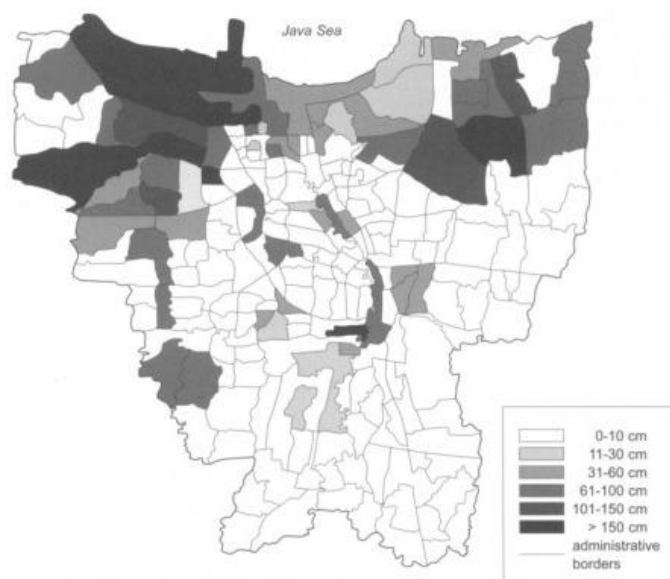
## 5.2 Επιπτώσεις της ανόδου της στάθμης της θάλασσας και των πλημμυρών στην πόλη.

Όπως αναφέρεται και στο κεφάλαιο 4 ενότητα 2, οι επιπτώσεις της ανόδου της στάθμης της θάλασσας, είναι άρρηκτα συνδεδεμένες με τα γεωγραφικά χαρακτηριστικά των διαφόρων περιοχών του πλανήτη (Μαλισόβα, 2019). Κατά συνέπεια, η Τζακάρτα, ως μία πυκνοκατοικημένη παραθαλάσσια πόλη χαμηλού υψομέτρου, με έντονη αστική ανάπτυξη στη ζώνη της ακτογραμμής, επηρεάζεται άμεσα από το φαινόμενο.

Η Τζακάρτα έχει μακρά ιστορία διαχείρισης πλημμυρών (κυρίως λόγω παροδικής ανόδου της στάθμης της θάλασσας, και των ποταμών), πολλές από τις οποίες συνέβαλαν σε μεγάλες καταστροφές στην πόλη.

Παράδειγμα αποτελεί η πλημμύρα της 27 Ιανουαρίου του 2002, που προκλήθηκε από έντονες νεροποντές, και την επακόλουθη, υπερχειλίση των ποταμών της πόλης, η οποία επεκτάθηκε στο 25% της επιφάνειας της (εικ. 52), εξαιτίας της

αδυναμίας συγκράτησης νερού από το σύστημα αποχέτευσής, αφήνοντας συνολικά 30 νεκρούς και εκτοπίζοντας 380.000 κατοίκους.



Εικόνα 52 Περιοχές της πόλης που καλύφθηκαν με νερό κατά τη διάρκεια της πλημμύρας του 2002. Πηγή (Caljouw & Nas Pratiwo, 2005)

Ωστόσο, η πλέον καταστροφική πλημμύρα που έχει καταγραφεί στην περιοχή, έλαβε χώρα τον Φεβρουάριο του 2007, όταν έντονες βροχοπτώσεις, σε συνδυασμό με την ασυνήθιστα υψηλή παλίρροια που σημειώθηκε στο βόρειο, παραθαλάσσιο τμήμα της πόλης, οδήγησαν στην υπερχείλιση των δύο κύριων ποταμών της (Ciliwung και Pesanggrahan).

Οι έντονες κλιματικές συνθήκες και τα υψηλά επίπεδα της στάθμης της θάλασσας, σε συνδυασμό με την έλλειψη συντήρησης του αποχετευτικού συστήματος, και την καθίζηση του εδάφους (ο ρυθμός καθίζησης ήταν τότε 1-10cm ετησίως), συντέλεσαν στην εκδήλωση καταστροφικών πλημμυρών στον αστικό ιστό.

Συγκεκριμένα, οι πλημμύρες και τα παλιρροιακά κύματα που προέκυψαν, επεκτάθηκαν στο 70% της επιφάνειας της Τζακάρτα (εικ.53), με βάθος νερού έως και 7 μέτρα σε ορισμένες περιοχές (Octavianfi & Charles, 2018), προκαλώντας τον εκτοπισμό 400.000 ανθρώπων, ζημιές σε πάνω από 70.000 κατοικίες, καταστροφές σε ιδιωτικές και δημόσιες υποδομές, και αφήνοντας συνολικά 80 νεκρούς στην πόλη, και μεγάλες οικονομικές απώλειες περίπου 830 εκατομμυρίων δολαρίων ΗΠΑ (779,5 εκατομμυρίων ευρώ). (Aerts, Major, Bowman, Dircke, & Marfai, 2009)



**Εικόνα 53** Οι καλυμμένες με νερό περιοχές της πόλης (με πορτοκαλί χρώμα) στην πλημμύρα του 2007. Πηγή: Posko Bakornas Operations Centre, Indonesia, 2007.

Με την κλιματική αλλαγή να διαταράσσει τα κλιματικά φαινόμενα, η πόλη πρέπει να αντιμετωπίσει το νερό που προέρχεται από τρεις παράγοντες: την αυξανόμενη εκροή των ποταμών, την άνοδο της στάθμης της θάλασσας, και την αύξηση και ένταση των βροχοπτώσεων.

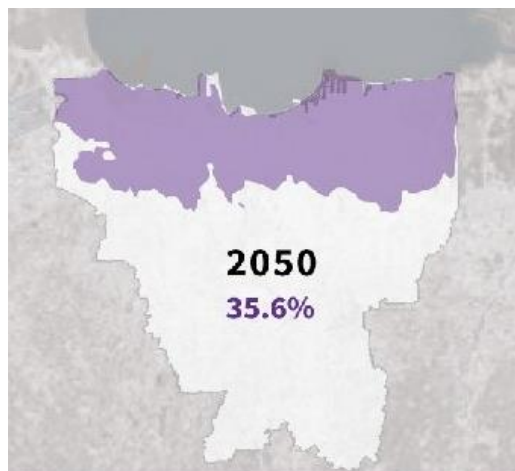
Ο αστικός ιστός της Τζακάρτα, αναπτύσσεται σε μια προσχωσιγενή πεδιάδα, που συγκεντρώνει τις εκροές από 13 ποταμούς, με το 40% αυτού να βρίσκεται κάτω από την στάθμη της θάλασσας. Η γεωγραφική θέση της πόλης, σε συνδυασμό με τον ταχύ ρυθμό καθίζησης της, εξαιτίας της συνεχόμενης άντλησης υπόγειων υδάτων (εκτιμήσεις παρουσιάζουν μέσο ρυθμό καθίζησης 40mm/έτος, ενώ σε ορισμένα σημεία έως και 20cm/έτος), και των ανεπαρκών και ελαττωματικών της υποδομών αποστράγγισης, την καθιστούν ιδιαίτερα ευάλωτη στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας και κατά συνέπεια στις παράκτιες και παραποτάμιες πλημμύρες. (C40 Cities Climate Leadership Group, 2016)

Η κλιματική αλλαγή έχει ήδη συμβάλει στην παγκόσμια άνοδο της στάθμης της θάλασσας, και στην επιδείνωση των καιρικών φαινομένων, που συμβάλουν σε εντονότερες κλιματικές επιπτώσεις στο αστικό περιβάλλον.

Εκτιμήσεις, οι οποίες στηρίχτηκαν σε σενάρια για την κλιματική αλλαγή, προβλέπουν άνοδο της στάθμης της θάλασσας έως 0,60 m έως το 2050 , η οποία σύμφωνα με την αύξηση της συχνότητας και της έντασης των ακραίων καιρικών φαινομένων και τον ανοδικό ρυθμό καθίζησης της πόλης, δύναται να μεταφραστεί σε μόνιμη πλημμύρα 28 εκατρίων γης στη βόρεια Τζακάρτα, προκαλώντας εκτιμώμενες απώλειες 50 εκατομμυρίων ευρώ. (Aerts, Major, Bowman, Dircke, & Marfai, 2009)

Συγκεκριμένα, μία μελέτη που διεξήχθη από το Ινστιτούτο Τεχνολογίας Μπαντούνγκ στην Ινδονησία, έδειξε ότι με την εκτιμώμενη άνοδο της στάθμης

της θάλασσας για το 2050, (εφόσον η καθίζηση της πόλης συνεχιστεί με τον σημερινό της ρυθμό), περισσότερο από το 1/3 της πόλης αναμένεται να πλημμυρίσει (εικ. 54).



Εικόνα 54 Οι περιοχές της πόλης που αναμένεται να πλημμυρίσουν με την εκτιμώμενη άνοδο της στάθμης της θάλασσας του 2050. Πηγή Bandung Institute of Technology, 2019

Η μεταβολή της στάθμης της θάλασσας, συνδυαστικά με τη μεγάλη συγκέντρωση πληθυσμού και σημαντικών υποδομών στην ακτογραμμή, θεωρείται κρίσιμη, και θέτει αναγκαία τη μακροχρόνια προστασία από τις συνέπειες της κλιματικής αλλαγής, και κατ' επέκταση την επένδυση σε σχέδια προσαρμογής στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας και τις πλημμύρες, στην πόλη.

### 5.3 Πολιτικές προσαρμογής

Η παγκόσμια μέση στάθμη της θάλασσας έχει υποστεί δραματικές μεταβολές στο βάθος του (γεωλογικού) χρόνου, καθοριζόμενη κατά πολύ από τις κλιματικές αλλαγές, με τις πλέον προβλέψεις να καθιστούν τις αστικές περιοχές που έχουν άμεση χωρική σχέση με το υδάτινο στοιχείο, ευάλωτες.

Ως παραθαλάσσια πόλη, με χαμηλό υψόμετρο και έντονη αστική ανάπτυξη στη ζώνη της ακτογραμμής, η Τζακάρτα επηρεάζεται άμεσα από την άνοδο της στάθμης της θάλασσας και τις επιπτώσεις της.

Εκτός από την ευπρόσβλητη γεωγραφική της θέση, η κοινωνικοοικονομική δομή της πόλης και πιο συγκεκριμένα η μεγάλη κοινωνική ανισότητα (μεγάλο μέρος του πληθυσμού κατοικεί σε παραγκουπόλεις) και ο γρήγορος ρυθμός καθίζησης της, (ήδη το 40% της πόλης βρίσκεται κάτω από τη στάθμη της θάλασσας λόγω της συνεχόμενης άντλησης υπόγειων υδάτων από τον, χαμηλής οικονομικής τάξεως, πληθυσμό), εντείνουν τις συνέπειες της



(επιταχυνόμενης) κλιματικής αλλαγής και κατά συνέπεια την άνοδο της στάθμης της θάλασσας και τις πλημμύρες.

Ωστόσο ο αστικός ιστός έχει επενδύσει στην αναζήτηση και εφαρμογή παρεμβάσεων προσαρμογής στο παραπάνω φαινόμενο. Αυτές οι πολιτικές περιλαμβάνουν: 1. Μέτρα προστασίας, 2. Μέτρα προσαρμογής αστικού χώρου, 3. Προσαρμογή κτιρίων και υποδομών, 4. Κατεδάφιση κτιρίων

**Πίνακας 4 Τα μέτρα προσαρμογής της Τζακάρτα στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας και τις πλημμύρες.**

Μέτρα προσαρμογής	Jakarta
Ήπια (φυσικά) προστατευτικά μέτρα	Αποκατάσταση μαγκρόβιων δασών
Μηχανικά προστατευτικά μέτρα	Κανάλια, έργα αποκατάστασης αποχετευτικού συστήματος, αύξηση της χωρητικότητας των υφιστάμενων υδάτινων ρευμάτων μέσω βυθοκόρησης και διαχείρισης απορριμμάτων, αντιπλημμυρικό τείχος
Προσαρμογή αστικού χώρου (Αποθήκευση νερού)	Αύξηση του πρασίνου στην πόλη, σχέδιο για τεχνητό νησί
Προσαρμογή κτιρίων και υποδομών	Ανύψωση δρόμων, κατασκευή κτιρίων σε στύλους
Κατεδάφιση κτιρίων	Κατεδάφιση κτιρίων από τις όχθες των ποταμών

### 5.3.1 Μέτρα προστασίας

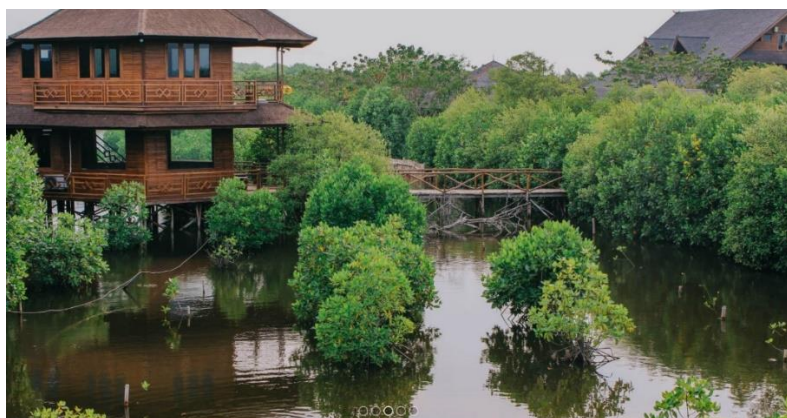
Στην πόλη, η ενσωμάτωση των μέτρων προστασίας, έναντι των επιπτώσεων της ανόδου της στάθμης της θάλασσας, περιλαμβάνει την αναζήτηση και εφαρμογή αντιπλημμυρικών έργων, τα οποία στοχεύουν στην παρεμπόδιση των παλιρροιακών πλημμυρών και της εισχώρησης του θαλασσινού νερού στο δομημένο περιβάλλον (Μαλισόβα, 2019), και αποτελούνται τόσο από ήπια (φυσικά), όσο και από ενισχυμένα (μηχανικά) μέτρα.

Η ανάγκη πράσινων χώρων και διαχείρισης της ανόδου της στάθμης της θάλασσας και των πλημμυρών, οδήγησε τον αστικό ιστό να προβεί στην, πλέον βασική του, φυσική στρατηγική παράκτιας άμυνας, που αφορά την διαχείριση του παραθαλάσσιου πάρκου μαγκρόβιων «Angke Karuk» στα βορειοδυτικά της πόλης (εικ.55).



Εικόνα 55 Το πάρκο μαγκρόβιων "Angke Karuk", Βόρεια Τζακάρτα. Πηγή: Google Earth, 2023

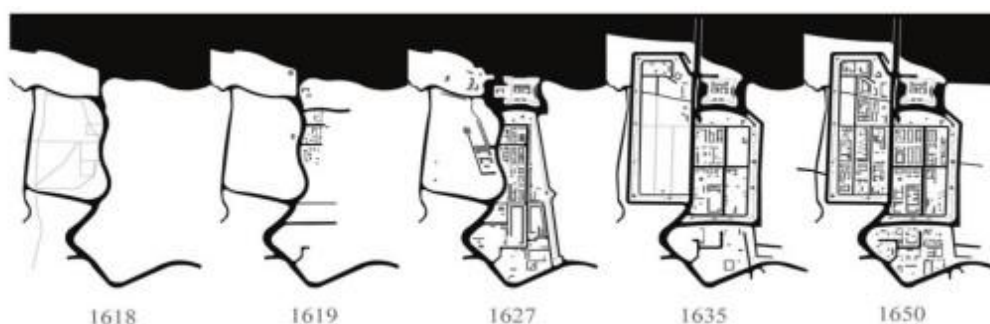
Η πρώην περιοχή ιχθυοκαλλιεργειών, ξεκίνησε να αποκαθίσταται το 1998, και σήμερα αποτελεί ένα παράκτιο οικοσύστημα 990,82 στρεμμάτων, που κυριαρχείται από μαγκρόβια δέντρα (εικ.56), και δύναται να προστατεύσει τον αστικό χώρο που έχει αναπτυχθεί κατά μήκος της ακτογραμμής από την εισχώρηση του θαλασσινού νερού, ενώ παράλληλα συντελεί και στην ενίσχυση της βιοποικιλότητας. (Taman Mangrove Jakarta, 2018)



Εικόνα 56 Μέρος του πάρκου "Angke Karuk". Πηγή: (Taman Mangrove Jakarta, 2018)

Εντούτοις, από τις απαρχές της αστικής ανάπτυξης της, η πόλη λόγω της ευάλωτης γεωγραφικής της θέσης, προσπαθεί να διαχειριστεί την άνοδο της στάθμης της θάλασσας και τις πλημμύρες, κυρίως με μηχανικές παρεμβάσεις προστασίας, που αποτελούνται τόσο από την κατασκευή τεχνικών αναχωμάτων κατά μήκος ποταμών, όσο και από τη δημιουργία καναλιών.

Συγκεκριμένα, το 1621 (3 χρόνια μετά την εγκατάσταση της Ολλανδικής Εταιρείας Ανατολικών Ινδιών στην περιοχή), μια καταστροφή από πλημμύρες, οδήγησε στην διάνοιξη ενός συστήματος καναλιών με σκοπό την καλύτερη διαχείριση της ροής των υδάτων (εικ.57) (Octavianti & Charles, 2018).



Εικόνα 57 Η ανάπτυξη της πόλης Batavia (πρώην Jakarta), και οι διάνοιξη καναλιών τις πρώτες τρεις δεκαετίες μετά την κατάληψη της περιοχής από την Ολλανδική Εταιρεία Ανατολικών Ινδιών. Πηγή (Octavianti & Charles, 2018)

Μέχρι τα τέλη του 20<sup>ου</sup> αιώνα, τα κανάλια στην πόλη αποτελούσαν την κύρια στρατηγική άμυνας έναντι στις πλημμύρες. Παράδειγμα αποτελεί η διάνοιξη των υδάτινων οδών «East flood canal» και «West flood canal», το 1918, η οποία στόχευε στον έλεγχο των πλημμυρών, μέσω της μεταφοράς του πλεονάζοντος νερού των ποταμών που ρέει από νότια, γύρω από τον αστικό ιστό, (ανατολικά και δυτικά αντίστοιχα), στην θάλασσα (εικ.58) (Octavianti & Charles, 2018).



Εικόνα 58 Τα κανάλια East και West Flood Canal στην πόλη της Τζακάρτα. Πηγή: Media Indonesia, 2022

Ωστόσο η επιταχυνόμενη άνοδος της στάθμης της θάλασσας, λόγω της κλιματικής αλλαγής, και ο γρήγορος ρυθμός καθίζησης του εδάφους της πόλης, έχουν αυξήσει την πιθανότητα πλημμύρας στον αστικό ιστό, οδηγώντας τους αρμόδιους φορείς στην λήψη περαιτέρω μέτρων αστικής προστασίας μέχρι σήμερα.

Κατόπιν των μεγάλων καταστροφών από την πλημμύρα του 2007 (που αναφέρθηκε στην ενότητα 2 του παρόντος κεφαλαίου), η πόλη προέβη στην εκτεταμένη αναζήτηση και εφαρμογή παρεμβάσεων προστασίας, οι οποίες

αφορούσαν, τόσο την απαγόρευση, άντλησης υπόγειων υδάτων στο βόρειο (παραθαλάσσιο) τμήμα της, με στόχο την επιβράδυνση του ρυθμού καθίζησης της, όσο και την συστηματική βυθοκόρηση<sup>1</sup> των υδάτινων οδών της και την αποκατάσταση τμημάτων του αποχετευτικού συστήματος.

Επιπλέον, πρόσφατη ισχυρή μηχανική στρατηγική προστασίας από την άνοδο της στάθμης της θάλασσας και τις πλημμύρες, στον αστικό ιστό, αποτελεί η μελέτη και εφαρμογή του αντιπλημμυρικού τείχους «Giant Sea Wall Jakarta».

Συγκεκριμένα, για την αντιμετώπιση του αυξημένου κινδύνου πλημμυρών λόγω καθίζησης και ανόδου της στάθμης της θάλασσας, η επαρχιακή διοίκηση της Τζακάρτα, προχώρησε, το 2014, στην κατασκευή ενός παράκτιου τείχους κατά μήκος της ακτογραμμής, στο βόρειο τμήμα της πόλης (εικ.59).



Εικόνα 59 Το αντιπλημμυρικό τείχος, στην Βόρεια Τζακάρτα. Πηγή: (The Guardian, 2016)

Το «Giant Sea Wall», αποτελεί μέρος ενός, μεγαλύτερης αστικής κλίμακας, σχεδίου (που στοχεύει στην ολοκληρωμένη διαχείριση και άμυνα της ακτογραμμής της Τζακάρτα), και σήμερα προστατεύει ορισμένα τμήματα της παράκτιας ζώνης, ενώ το 2030, όπου έχει προγραμματιστεί η ολοκλήρωση του, αναμένεται να εκτείνεται έως και 46km, αποτελώντας το ουσιαστικότερο μηχανικό προστατευτικό μέσο της πόλης, στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας και τις πλημμύρες.

1. Η απομάκρυνση υλικών από το βυθό υδάτινου πόρου με τη χρήση ειδικού μηχανήματος.



### 5.3.2 Μέτρα προσαρμογής του αστικού χώρου

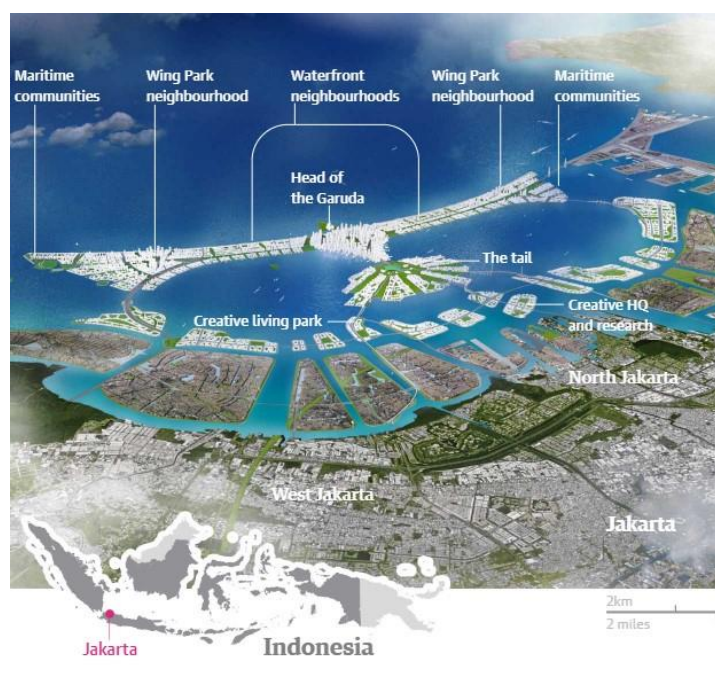
Οι πολιτικές προσαρμογής της Τζακάρτα στην κλιματική αλλαγή, και συγκεκριμένα στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας και τις πλημμύρες, δεν περιορίζονται μόνο σε ένα σύστημα προστασίας, αλλά και στην μελέτη αξιοποίησης και προσαρμογής του ιδίου του αστικού χώρου.

Οι δυσμενείς προβλέψεις για την άνοδο της στάθμης της θάλασσας, σε συνδυασμό με τον γρήγορο ρυθμό καθίζησης του αστικού ιστού, οδήγησαν τους αρμόδιους φορείς, στην αναζήτηση αστικών παρεμβάσεων προσαρμογής στις πλημμύρες, που συνδυάζονται με τη βελτίωση της οικολογικής ποιότητάς της πόλης, μέσω της δημιουργίας χώρων πρασίνου.

Επί του παρόντος, η Τζακάρτα διαθέτει πάρκα, που αντιστοιχούν μόλις στο 9,98 τοις εκατό της συνολικής γης, (πολύ λιγότερο από την απαίτηση του 30 τοις εκατό, όπως ορίζεται στον ισχύοντα Χωροταξικό Νόμο), λόγω της μεγάλης πληθυσμιακής πυκνότητας (Wijaya, 2018).

Ωστόσο, η πόλη από το 2018, σχεδιάζει την επέκταση των χώρων πρασίνων στην περιφέρεια της, με στόχο την ενίσχυση της, αλλά και την περαιτέρω προστασία της από ενδεχόμενες πλημμύρες. (Dewa & Kenzu, 2021)

Εκτός από παρεμβάσεις προσαρμογής σε κλίμακα γειτονιάς, στην πόλη έχει εκπονηθεί και μελέτη μεγαλύτερης αστικής κλίμακας, που όμως δεν έχει υλοποιηθεί, και αφορά τη συνολική διαχείριση και προσαρμογή του παράκτιου μετώπου της, έναντι στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας, μέσω του έργου National Capital Integrated Coastal Development (NCICD), (εικ. 60) που σχεδιάστηκε από την αρχιτεκτονική εταιρεία KuiperCompagnons του Ρότερνταμ, σε συνεργασία με την κυβέρνηση της Ινδονησίας και μιας κοινοπραξίας ολλανδικών εταιρειών (Witteveen & Bosa και Grontmij) , το 2014.



Εικόνα 60 Το σχέδιο “National Capital Integrated Coastal Development” (NCICD). Πηγή: KuiperCompagnons

Το έργο, με εκτιμώμενο κόστος 40 δισεκατομμύρια δολάρια (36,79 δισεκατομμύρια ευρώ), εκτείνεται στην παράκτια ζώνη της Τζακάρτα, και αποσκοπεί στην ανθεκτικότητα της ευάλωτης, από πλημμύρα, παραθαλάσσιας περιοχής, επιδιώκοντας παράλληλα τον σχηματισμό νέων αξιοποιησιμων δημόσιων χώρων και περιοχών κατοικίας. (Blakemore, 2015)

Πιο συγκεκριμένα, το σχέδιο προτείνει την επέκταση της παράκτιας ζώνης, με τη δημιουργία μίας νέας ακτογραμμής, που θα προκύψει από τη δόμηση μιας σειράς νέων τεχνητών νησίδων, στα ανοικτά της ακτής της πόλης, και ενός μεγαλύτερου νησιού μήκους 40 km, σε σχήμα Garuda (μυθικό πτηνό και εθνικό έμβλημα της Ινδονησίας).

Η παρέμβαση αποτελεί προσπάθεια δημιουργίας ενός νέου αστικού χώρου, ο οποίος θα λειτουργεί ως τεχνητή ζώνη προστασίας της πόλης έναντι στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας.

### 5.3.3 Προσαρμογή κτιρίων και υποδομών

Οι συνέπειες της κλιματικής αλλαγής, και συγκεκριμένα η επιταχυνόμενη άνοδος της στάθμης της θάλασσας, έχουν οδηγήσει την Τζακάρτα να προβεί σε διαρθρωτικές προσαρμογές που αφορούν τόσο την αστική (όπως αναφέρθηκε παραπάνω), όσο και την μικρότερη κλίμακα.

Όπως αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο 2 της εργασίας, σύμφωνα με την Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC), ένα από τα μέτρα προσαρμογής στο φαινόμενο της ανόδου της στάθμης της θάλασσας είναι ο Συμβιβασμός (Accommodation), που σχετίζεται με την τροποποίηση των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων και χρήσεων στις παράκτιες περιοχές που πλήττονται (Θωμοπούλου, 2016) (Glavonic, και συν., 2021).

Βάσει αυτού, ο αστικός ιστός στα βόρεια της Τζακάρτα, μέσω της ανύψωσης δρόμων, επιδιώκει στην προσαρμογή των υποδομών αυτών, στην επικείμενη άνοδο της στάθμης της θάλασσας και τις πλημμύρες.

Ακόμη, ο σκοπός προσαρμογής στα παραπάνω φαινόμενα, και ο περιορισμένος χώρος για δόμηση, εξαιτίας της μεγάλης πληθυσμιακής πυκνότητας, έχει οδηγήσει στην κατασκευή αρκετών παραποτάμιων οικιστικών μονάδων του αστικού ιστού, σε ξύλινους (συνήθως) στύλους. Οι συγκεκριμένες κατοικίες κατασκευάζονται από τοπικά υλικά, χωρίς πρόσβαση σε υποδομές ύδρευσης και αποχέτευσης, και ονομάζονται kampungs (εικ. 61).





Εικόνα 61 Kamplings στην Βόρεια Τζακάρτα. Πηγή: 360cities.net

#### 5.3.4 Κατεδάφιση κτιρίων

Όπως αναφέρεται και στο κεφάλαιο 2 ενότητα 2 της εργασίας, καθώς το φαινόμενο της Ανόδου της Στάθμης της Θάλασσας (ΑΣΘ) είναι γεγονός, οι επιπτώσεις στην κοινωνία μπορούν κατά ένα τρόπο να ελαχιστοποιούνται με την προγραμματισμένη οπισθοχώρηση όλων των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων και χρήσεων από τις παράκτιες περιοχές που πλήττονται.

Στην Τζακάρτα, έχουν γίνει ήδη ενέργειες μετεγκατάστασης κοινοτήτων (χαμηλής οικονομικής τάξης), που ζουν σε παράκτιες παραγκουπόλεις, βόρεια της πόλης, αλλά και σε παραγκουπόλεις στις όχθες ποταμών, οι οποίες, σύμφωνα με την κυβέρνηση, εξαιτίας του μεγάλου όγκου λυμάτων που εναποθέτουν στο υδρογραφικό δίκτυο<sup>1</sup>, μετριάζοντας με αυτόν τον τρόπο την σωστή αποστράγγιση των υδάτων, οδηγούν σε μεγάλο βαθμό στην επέκταση των πλημμυρών στον αστικό ιστό. (The Guardian, 2016)

Το 2016, εκατοντάδες κτήρια κατεδαφίστηκαν (εικ. 62), και οι κάτοικοι αυτών, αναγκάστηκαν να μετεγκατασταθούν σε επιδοτούμενα διαμερίσματα, σε συγκροτήματα κοινωνικής κατοικίας, που κατασκευάζονται σε όλη την πόλη. (εικ.63) (The Guardian, 2016)

1. Το σύνολο των περιοχών γλυκού νερού που διαθέτει ένας τόπος (ποταμοί, λίμνες, πηγές)



Εικόνα 62 Μια γειτονιά που κατεδαφίστηκε από την κυβέρνηση σε μια προσπάθεια αναζωογόνησης των όχθων των ποταμών της πόλης. Πηγή: The Guardian, 2016



Εικόνα 63 Το “Rusunawa Penjaringan”, ένα από τα συγκροτήματα κοινωνικής κατοικίας στην πόλη. Πηγή: Liputan6, 2020

## ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η κλιματική αλλαγή είναι ένας πολύπλευρος (από ξηρασία σε πλημμύρα) και πολυδιάστατος (από τοπικός σε παγκόσμιος) κίνδυνος που έχει βραχυπρόθεσμες, μεσοπρόθεσμες και μακροπρόθεσμες πτυχές και άγνωστα αποτελέσματα.

Ενώ οι αστικές περιοχές μέσω της αυξημένης κατανάλωσης ενέργειας, της παραγωγής αποβλήτων και της καύσης ορυκτών καυσίμων, που οδηγούν σε υψηλές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, επιδρούν στη διατάραξη του κλιματικού συστήματος, έρχονται επίσης αντιμέτωπες με τις συνέπειες της.

Οι φυσικές επιπτώσεις της αλλαγής του κλίματος, μεταξύ των οποίων: τα ακραία καιρικά φαινόμενα και οι πλημμύρες, τα κύματα καύσωνα και οι υψηλές θερμοκρασίες, η ατμοσφαιρική ρύπανση, η έλλειψη νερού και η ρύπανση των υδάτων, και η ξηρασία, διαμορφώνουν σε μεγάλο βαθμό την αστική ζωή.

Κάθε σύγχρονη πόλη έρχεται αντιμέτωπη με τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής και απειλείται από αυτές σε διαφορετικό βαθμό, ανάλογα με το επίπεδο της ανθεκτικότητάς της.

Οι παράκτιες πόλεις ωστόσο, αντιμετωπίζουν πολύ μεγαλύτερο κίνδυνο από αυτές της ενδοχώρας, αφού συγκεντρώνουν μεγάλο μέρος του παγκόσμιου πληθυσμού και της οικονομικής δραστηριότητας, ενώ παράλληλα, είναι εκτεθειμένες και ευάλωτες σε μια σειρά κινδύνων που συνδέονται με την αλλαγή του κλίματος και την επίδραση του στους ωκεανούς, με κρισιμότερο αυτών, την άνοδο της στάθμης της θάλασσας.

Η παγκόσμια μέση στάθμη της θάλασσας έχει ακολουθήσει δραματικές μεταβολές στο βάθος του γεωλογικού χρόνου, καθοριζόμενη κατά πολύ από τις κλιματικές μεταβολές (θερμοκρασία), με τις πλέον δυσμενείς προβλέψεις να καθιστούν την πρόληψη (μετριασμό) και αντιμετώπιση (προσαρμογή), από τους υπεύθυνους φορείς, αναγκαία.

Λαμβάνοντας υπόψη ότι η άνοδος της στάθμης της θάλασσας είναι ένα φαινόμενο που θα αυξάνεται σταδιακά (λόγω της συνεχιζόμενης αύξησης των παγκόσμιων θερμοκρασιών), και θα έχει σημαντικό αντίκτυπο στον παράκτιο χώρο, μόνο τα μέτρα μετριασμού δεν αποτελούν λύση για το φαινόμενο της ανόδου. Άλλωστε από την εμπειρία μέχρι σήμερα προκύπτει ότι, οι αστικές περιοχές έρχονται αντιμέτωπες με το φαινόμενο λόγω των αποτυχημένων προσπάθειών μετριασμού παγκοσμίως.

Έτσι, οι αρμόδιοι φορείς καλούνται να διαμορφώσουν μέτρα διαχείρισης για την ορθή αντιμετώπιση αυτού του δυσμενούς φαινομένου, τα οποία θα λειτουργούν συμπληρωματικά με τα μέτρα μετριασμού, για την αποφυγή της περαιτέρω αύξησης της στάθμης της θάλασσας.

Οι προσεγγίσεις που μπορεί να ακολουθήσει μία πόλη για την διαχείριση του φαινομένου της ανόδου της στάθμης των υδάτων, είναι ένα μίγμα συνδυασμού μεταξύ του τρόπου με τον οποίο οι αρμόδιοι φορείς, αντιλαμβάνονται τη φύση και της διαθεσιμότητας των δεδομένων για τη μελλοντική εξέλιξη του φαινομένου. Μπορούν να ακολουθηθούν στρατηγικές οι οποίες είναι επιθετικές (επιθετική πολιτική) ή αμυντικές (προστασία, οπισθοχώρηση) προς τη φύση, ή στρατηγικές οι οποίες σέβονται το περιβάλλον και εναρμονίζονται με το υδάτινο στοιχείο (συμβιβασμός).

Έχει ήδη επισημανθεί πως ένα από τα ερωτήματα στο οποίο καλείται να απαντήσει η παρούσα ερευνητική εργασία, είναι το κατά πόσο μπορεί η άνοδος της στάθμης της θάλασσας να αλλάξει τον χώρο των πόλεων μέσω της προσπάθειας τους για προσαρμογή στο φαινόμενο, μέσα από τη διερεύνηση καλών πρακτικών προσαρμογής χαρακτηριστικών μητροπόλεων.

Κατά το τρίτο μέρος της έρευνας, λοιπόν, και έπειτα από την αναφορά των κριτηρίων για την επιλογή των πόλεων προς ανάλυση (μία για κάθε αρχέτυπο παράκτιας πόλης, σε διαφορετικές ηπείρους, που ανήκουν σε δύο σημαντικά δίκτυα πόλεων και ανταλλάσσουν γνώσεις και βέλτιστες πρακτικές για την ανάπτυξη μιας ολοκληρωμένης προσέγγισης με στόχο την ανθεκτικότητα), εξετάστηκαν οι πόλεις Ρότερνταμ, Νέα Υόρκη και Τζακάρτα.

Στη συνέχεια, εντοπίστηκαν και αναλύθηκαν οι ομοιότητες και οι διαφορές ανάμεσα στα μέτρα σχεδιασμού που προτείνουν οι στρατηγικές προσαρμογής των τριών αστικών περιοχών που επιλέχθηκαν, με στόχο τη μείωση των κινδύνων που ελλοχεύει η άνοδος της στάθμης της θάλασσας.

Σε αυτό το στάδιο της έρευνας, πραγματοποιείται μία συνολική αποτίμηση των προτεινόμενων παρεμβάσεων προσαρμογής, ώστε να διατυπωθούν συμπεράσματα που αφορούν τον τρόπο με τον οποίο οι ευάλωτες πόλεις επιχειρούν να ανταπεξέλθουν στην επικείμενη άνοδο της στάθμης της θάλασσας και τις, επακόλουθες αυτής, πλημμύρες.

Μετά την ανάλυση των τριών μελετών περίπτωσης, διαπιστώθηκε ότι και οι τρεις εξεταζόμενες πόλεις, έχουν λάβει τεχνικά και σχεδιαστικά μέτρα προσαρμογής στα παραπάνω φαινόμενα, τα οποία συνοψίζονται στον πίνακα 5.

**Πίνακας 5 Μέτρα προσαρμογής στο φαινόμενο της ανόδου της στάθμης της θάλασσας στις πόλεις Rotterdam, New York και Jakarta**

Μέτρα προσαρμογής	Rotterdam	New York	Jakarta
Μέτρα προστασίας	✓	✓	✓
Μέτρα προσαρμογής του αστικού χώρου	✓	✓	✓
Προσαρμογή κτιρίων και υποδομών	✓	✓	✓
Οπισθοχώρηση		✓	
Σχέδιο εκκένωσης		✓	
Κατεδάφιση κτιρίων			✓

Από τον πίνακα 5, συνάγουμε ότι οι συνηθέστερες επεμβάσεις στο σύνολο των στρατηγικών που εξετάστηκαν, είναι η εκπόνηση σκληρών και ήπιων μέτρων αντιπλημμυρικής προστασίας, η μελέτη και εφαρμογή μέτρων προσαρμογής του αστικού χώρου και των κτιρίων και υποδομών. Παρά το γεγονός ότι οι εν λόγω λύσεις, προτείνονται από το σύνολο των ευάλωτων στις πλημμύρες πόλεων, παρατηρήθηκε διαφοροποίηση ανάμεσα στις

σχεδιαστικές προσεγγίσεις των περιοχών, με ανάλογη των ιδιοτεροτήτων τους, προσαρμοστική ικανότητα.

Σε επίπεδο χωρικού σχεδιασμού, φαίνεται πως υπάρχουν κοινές κατευθύνσεις μεταξύ των τριών πόλεων, καθώς υιοθετούν παρεμβάσεις ίδιου τύπου για τη διαχείριση των κινδύνων που αντιμετωπίζουν.

Παρόλα αυτά, στην περίπτωση των πιο ανεπτυγμένων αστικών περιοχών (Νέα Υόρκη και Ρότερνταμ), εντοπίζουμε ένα αποτελεσματικότερο εύρος σχεδιαστικών εργαλείων, όπως είναι τα υψηλού κόστους αντιπλημμυρικά έργα, λύσεις που απαιτούν ένα καλά ανεπτυγμένο **θεσμικό πλαίσιο** αλλά και τους κατάλληλους **τεχνολογικούς** και **οικονομικούς πόρους** για την εφαρμογή τους. Στη Τζακάρτα, οι ίδιες σχεδιαστικές κατευθύνσεις, προσεγγίζονται ως επί το πλείστον, με έναν πιο συμβατικό και ήπιο τρόπο, που συνάδει με τις οικονομικές ιδιοτεροτήτες της.

Αντιλαμβανόμαστε λοιπόν, πως οι πιο, οικονομικά, ανεπτυγμένες πόλεις, μπορούν να παρουσιάζουν σημαντικά υψηλότερη δυνατότητα χάραξης αποτελεσματικών στρατηγικών προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή, σε σύγκριση με τις φτωχότερες.

Εντούτοις, πέρα από την οικονομική δομή μίας αστικής περιοχής, ο **ρόλος της κοινωνίας** είναι εξίσου καθοριστικός στην αποτελεσματικότητα των πολιτικών που λαμβάνονται από τα κράτη, εφόσον πολλά από αυτά επαφίονται στην εφαρμογή τους από τους πολίτες.

Ας αναλογιστούμε την περίπτωση της Τζακάρτα, όπου παρά τα μέτρα που έχουν παρθεί, ο ρυθμός καθίζησης της πόλης συνεχίζει να είναι ανοδικός, λόγω της συστηματικής άντλησης υπόγειων υδάτων (παρά τις περιφερειακές απαγορεύσεις), από τον, χαμηλής οικονομικής τάξεως, πληθυσμό. Συνδυαστικά, η αδιάλειπτη εναπόθεση λυμάτων από αρκετές κοινότητες, στο υδρογραφικό δίκτυο, και άρα ο μετριασμός της σωστής αποστράγγισης των υδάτων, εξακολουθεί να οδηγεί στην επέκταση των πλημμυρών στον αστικό ιστό, εντείνοντας έτσι τις συνέπειες της ανόδου της στάθμης της θάλασσας στην πόλη.

Η ελλιπής κοινωνική συνείδηση, σε συνδυασμό με την αδυναμία των αρμόδιων φορέων να μετριάσουν τις επιπτώσεις της ανόδου της στάθμης της θάλασσας και του ρυθμού καθίζησης της πόλης, οδήγησαν την Τζακάρτα σε περιβαλλοντικό πρόσφυγα, μέσω της ανακοίνωσης της μεταφοράς της πρωτεύουσας το 2019 από την περιοχή σε άλλο νησί.

Γνωρίζοντας πως στο Ρότερνταμ και τη Νέα Υόρκη, οι κανονισμοί που έχουν οριστεί, έχουν εφαρμοστεί, σε συνδυασμό με τα παραπάνω, κατανοούμε πως το **βιοτικό επίπεδο** και η ατομική ευθύνη είναι μεταβλητές που καθορίζουν εξίσου την αποτελεσματικότητα των εκάστοτε μέτρων προσαρμογής που λαμβάνονται από τους αρμόδιους φορείς στις πόλεις.

Η μελέτη των πρακτικών αντιμετώπισης της ανόδου της στάθμης της θάλασσας στις περιοχές που αναλύθηκαν, αποδεικνύει πως οι οικονομικοί και τεχνολογικοί πόροι, το θεσμικό πλαίσιο και η κοινωνική δομή των ευάλωτων περιοχών, είναι καταλυτικοί παράγοντες στην συνολική κλιματική ανθεκτικότητα των πόλεων, ενώ αφορούν μεταβλητές που οφείλουν να ληφθούν υπόψη για τη διατύπωση κατάλληλων στρατηγικών προσαρμογής στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας και την κλιματική αλλαγή στο μέλλον.

## Πίνακας Εικόνων

Εικόνα 1 Αλληλεπιδράσεις μεταξύ πόλεων και κλιματικής αλλαγής. Πηγή: Dhakal, 2008.....	15
Εικόνα 2 Οι δορυφορικές παρατηρήσεις της αύξησης της στάθμης της θάλασσας από το 1993 έως το 2021. Πηγή NASA, 2022.....	16
Εικόνα 3 Μεταβολή των μέσων τιμών κατακρημνίσεων (1986 - 2005 με 2081 - 2100). Πηγή IPCC, 2013.....	17
Εικόνα 4 Οι τρέχουσες και προβλεπόμενες μεταβολές της θερμοκρασίας παγκοσμίως. Οι πάνω χάρτες την εκτιμώμενη κλιματική αλλαγή για μια παγκόσμια μέση μεταβολή θερμοκρασίας 28°C, οι μεσαίοι χάρτες μια αλλαγή 38°C και οι κάτω 48°C. Πηγή Kjellstrom, 2015.....	19
Εικόνα 5 Το φαινόμενο της Αστικής Θερμικής νησίδας. Πηγή Heat Island Group, Lawrence Berkeley National Laboratory, 2019 .....	20
Εικόνα 6 Διαφορετικοί τύποι παράκτιων οικισμών με παραδείγματα. Πηγή Marjolijn Haansnoot, 2019.....	26
Εικόνα 7 Οι περιφερειακές τάσεις της στάθμης της θάλασσας σε χιλιοστά/έτος από το 1993 έως τα μέσα του 2018. Τα κόκκινα χρώματα υποδεικνύουν ότι ο τοπικός ρυθμός ανόδου της στάθμης ήταν μεγαλύτερος από τον μέσο όρο και τα μπλε χρώματα υποδηλώνουν το αντίθετο. Πηγή: PNAS, 2019 .....	27
Εικόνα 8 Γράφημα Εξέλιξης της στάθμης της θάλασσας στη Νότια Καρολίνα (μπλε γραμμή με εύρος αβεβαιότητας). Η πράσινη καμπύλη δείχνει μια ανακατασκευή που βασίζεται σε μετρητές παλίρροιας από όλο τον κόσμο (Jevrejeva et al. 2006, 2008). Η κόκκινη καμπύλη δείχνει αποτελέσματα από ένα απλό μοντέλο που συνδέει την παγκόσμια θερμοκρασία με τη στάθμη της θάλασσας. Πηγή Real Climate, 2011.	28
Εικόνα 9 Παλίρροιακό κύμα. Πηγή D. C. Major, 2021 .....	29
Εικόνα 10 Γράφημα με την αλλαγή της μέσης θερμοκρασίας επιφάνειας των ωκεανών του κόσμου από το 1880. Αυτό το γράφημα χρησιμοποιεί τον μέσο όρο του 1971 έως το 2000 ως βάση για την απεικόνιση της αλλαγής. Η επιλογή διαφορετικής βασικής περιόδου δεν θα άλλαζε τη μορφή των δεδομένων με την πάροδο του χρόνου. Η σκιασμένη ζώνη δείχνει το εύρος της αβεβαιότητας στα δεδομένα, με βάση τον αριθμό των μετρήσεων που συλλέγονται και την ακρίβεια των μεθόδων που χρησιμοποιήθηκαν. Πηγή: NOAA, 2021 .....	31
Εικόνα 11 Μέθοδος Οπισθοχώρησης (Retreat). Πηγή Institution of Civil Engineers (ICE), 2009.....	38
Εικόνα 12 Μέθοδος Προστασίας (Defend) Πηγή Institution of Civil Engineers (ICE), 2009 .....	38
Εικόνα 13 Επιθετική Πολιτική (Attack) Πηγή Institution of Civil Engineers (ICE), 2009.....	39
Εικόνα 14 Οι θέσεις των πόλεων Ρότερνταμ, Νέα Υόρκη και Τζακάρτα στον παγκόσμιο χάρτη.....	44
Εικόνα 15 Η θέση του Ρότερνταμ στην Ολλανδία. ....	45
Εικόνα 16 Το Ρότερνταμ σήμερα. Πηγή Google Earth.....	46
Εικόνα 17 Το φράγμα στον ποταμό Rotte, 1270. Πηγή: University of Applied Sciences.....	47
Εικόνα 18 Κάτοψη και τομή του κέντρου της πόλης. Πηγή Faber, 2018.....	48
Εικόνα 19 Σύστημα διαχείρισης υδάτων, Ρότερνταμ. Πηγή Rotterdam Climate Initiative, 2013 .....	49
Εικόνα 20 Τοποθεσίες των φραγμάτων του σχεδίου Δέλτα που κατασκευάστηκαν μεταξύ 1958 και 1997. Πηγή: Aerts, Major, Bowman, Dircke, & Marfai, 2009.....	51
Εικόνα 21 Φράγμα Maeslantkering, Ρότερνταμ. Πηγή Watersnoodmuseum, 2022.....	52
Εικόνα 22 Σχέδιο Singel, 1854. Πηγή: University of Applied Sciences, 2021 .....	53
Εικόνα 23 Πλατεία νερού Benthemplein, 2013. Πηγή: De Urbanisten, 2022.....	54
Εικόνα 24 Πλατεία Benthemplein, οριζοντιογραφία γενικής διάταξης. Πηγή: De Urbanisten, 2022 .....	55
Εικόνα 25 Πλωτές βίλες στο Ρότερνταμ, σχεδιασμένες από το Waterstudio.NL. Πηγή: New York Times .....	56
Εικόνα 26 Γραφείο "FOR", Powerhouse Company. Πηγή: University of Applied Sciences, 2021 .....	57
Εικόνα 27 Γραφείο "FOR". Πηγή: University of Applied Sciences, 2021.....	58



Εικόνα 28 Γραφείο "FOR", στέγη. Πηγή: (Powerhouse Company, 2021) .....	58
Εικόνα 29 Η θέση της πόλης στην πολιτεία της Νέας Υόρκης. ....	59
Εικόνα 30 Η Νέα Υόρκη σήμερα. Πηγή: Google Earth .....	60
Εικόνα 31 Τα πέντε διαμερίσματα της πόλης, 2023. ....	60
Εικόνα 32 Το κανάλι Erie. ....	61
Εικόνα 33 Περιοχές που πλημμύρησαν κατά τη διάρκεια του τυφώνα Sandy, 2012. Πηγή: Alex de Sherbinin, 2022 .....	63
Εικόνα 34 Ο υδροβιότοπος του Alley Creek, Queens. Πηγή: Google Earth .....	66
Εικόνα 35 Μέρος του υδροβιότοπου Alley Creek. Πηγή: Kensinger, 2016.....	66
Εικόνα 36 Πρώτο ολοκληρωμένο τμήμα αντιπλημμυρικού τοίχου στο Stuyvesant Cove Park, Manhattan. Ιούλιος 2021. Πηγή: NYC Department of Design and Construction (DDC) .....	67
Εικόνα 37 Προκυμαία στην παραλία Rockaway Beach στο Queens, 2021. Πηγή: New York District Website	67
Εικόνα 38 Μέρος του σχεδίου BMCR. Πηγή: NYC, 2019.....	68
Εικόνα 39 Λεπτομέρεια πτυσσόμενων φραγμάτων, μέρος του BMCR. Αριστερά, τα κλειστά φράγματα εφάπτονται στο πεζοδρόμιο, ενώ δεξιά, παρουσιάζεται η δυνατότητα τους να ανοίγουν σε περίπτωση κρίσιμης καταιγίδας. Πηγή: NYC, Lower Manhattan Coastal Resiliency .....	68
Εικόνα 40 «Θάλαμος παλirroιας» υπό κατασκευή, Brooklyn 2022. ....	69
Εικόνα 41 Το Hunters point South park, με θέα το East River στο Long island, Queens, 2018. Πηγή: Landezine .....	70
Εικόνα 42 Οριζοντιογραφία γενικής διάταξης του πάρκου, με επεξήγηση χρήσεων. Πηγή: Landezine .....	70
Εικόνα 43 Κεντρικός χώρος πρασίνου του πάρκου. Πηγή: Landezine.....	71
Εικόνα 44 Αποτύπωση των πλημμυρικών ζωνών του Μανχάταν της Νέας Υόρκης, ΗΠΑ. Με τη διακεκομμένη γραμμή σημειώνεται η προτεινόμενη προέκταση της ακτογραμμής. Πηγή: Μαλισόβα, 2019.....	72
Εικόνα 45 Στρατηγική ανθεκτικότητας της νήσου του Μανχάταν της Νέας Υόρκης, ΗΠΑ. Πηγή: Μαλισόβα, 2019 .....	72
Εικόνα 46 Οι δύο στρατηγικές Floodproofing. Αριστερά απεικονίζεται η στρατηγική Wet Floodproofing, σύμφωνα με την οποία τα ανοίγματα επιτρέπουν το νερό να εισχωρεί στο κτίριο, και δεξιά η στρατηγική Dry Floodproofing που αφορά την αντιπλημμυρική μόνωση του κτιρίου. Το Base Flood Elevation (BFE) είναι ένα υψόμετρο που υποδεικνύεται στον Χάρτη Ασφάλισης Πλημμύρας της Ομοσπονδιακής Υπηρεσίας Διαχείρισης Καταστάσεων Έκτακτης Ανάγκης (FEMA), που καθορίζει το υψόμετρο μιας πιθανής πλημμύρας. Το Design Flood Elevation (DFE) χρησιμοποιεί το BFE για να καθορίσει το κατάλληλο υψόμετρο για την υλοποίηση νέων κατασκευών εντός μιας ζώνης πλημμύρας.....	73
Εικόνα 47 Οι ζώνες εκκένωσης της πόλης της Νέας Υόρκης σε περίπτωση πλημμύρας λόγω τυφώνα, 2020. Πηγή: Federal Emergency Management Agency .....	74
Εικόνα 48 Η θέση της Τζακάρτα στο νησί Ιάβα της Ινδονησίας.....	75
Εικόνα 49 Η Τζακάρτα σήμερα. Πηγή Google Earth .....	76
Εικόνα 50 Με μπλε χρώμα απεικονίζεται ο ποταμός Ciliwung στην πόλη της Τζακάρτα. Πηγή Koto & Negara, 2018.....	76
Εικόνα 51 Η ανάπτυξη της πόλης Batavia, τις πρώτες τρεις δεκαετίες μετά την κατάληψη της περιοχής από την Ολλανδική Εταιρεία Ανατολικών Ινδιών. Πηγή Octavianti & Charles, 2018 .....	77
Εικόνα 52 Περιοχές της πόλης που καλύφθηκαν με νερό κατά τη διάρκεια της πλημμύρας του 2002. Πηγή Caljouw & Nas Pratiwo, 2005 .....	78
Εικόνα 53 Οι καλυμμένες με νερό περιοχές της πόλης (με πορτοκαλί χρώμα) στην πλημμύρα του 2007. Πηγή: Posko Bakornas Operations Centre, Indonesia, 2007.....	79

Εικόνα 54 Οι περιοχές της πόλης που αναμένεται να πλημμυρίσουν με την εκτιμώμενη άνοδο της στάθμης της θάλασσα του 2050. Πηγή: Bandung Institute of Technology, 2019 .....	80
Εικόνα 55 Το πάρκο μαγκρόβιων "Angke Kapuk", Βόρεια Τζακάρτα. Πηγή: Google Earth, 2023.....	82
Εικόνα 56 Μέρος του πάρκου "Angke Kapuk". Πηγή: (Taman Mangrove Jakarta, 2018) .....	82
Εικόνα 57 Η ανάπτυξη της πόλης Batavia (πρώην Jakarta), και οι διάνοιξη καναλιών τις πρώτες τρεις δεκαετίες μετά την κατάληψη της περιοχής από την Ολλανδική Εταιρεία Ανατολικών Ινδιών. Πηγή (Octavianti & Charles, 2018).....	83
Εικόνα 58 Τα κανάλια East και West Flood Canal στην πόλη της Τζακάρτα. Πηγή: Media Indonesia, 2022 ...	83
Εικόνα 59 Το αντιπλημμυρικό τείχος, στην Βόρεια Τζακάρτα. Πηγή: (The Guardian, 2016) .....	84
Εικόνα 60 Το σχέδιο "National Capital Integrated Coastal Development" (NCICD). Πηγή: KuiperCompagnons .....	85
Εικόνα 61 Kamprungs στην Βόρεια Τζακάρτα. Πηγή: 360cities.net.....	87
Εικόνα 62 Μια γειτονιά που κατεδαφίστηκε από την κυβέρνηση σε μια προσπάθεια αναζωογόνησης των όχθων των ποταμών της πόλης. Πηγή: The Guardian, 2016.....	88
Εικόνα 63 Το " Rusunawa Penjaringan", ένα από τα συγκροτήματα κοινωνικής κατοικίας στην πόλη. Πηγή: Liputan6, 2020 .....	88

## Βιβλιογραφία

- 100 Resilient Cities. (2019). *Jakarta City Resilience Strategy*. Jakarta: 100 Resilient Cities.
- Aerts, J., Major, D., Bowman, M., Dircke, P., & Marfai, M. (2009). *Connecting Delta Cities. Coastal Cities, Flood Risk Management and Adaptation to Climate Change*. New York City: VU University Press.
- Anand, P., & Seetharam, K. (2011). Climate Change and Sustainable Urban Development in Africa and Asia. Chapter 2: Climate Change and Living Cities: Global Problems with Local Solutions.
- Balaban, O. (2011, Δεκέμβριος). Climate Change and cities: A review on the impacts and policy responses. *Research Gate*.
- Blakemore, E. (2015, Δεκέμβριος 14). Jakarta Is Building a Gigantic Bird-Shaped Seawall. *Smithsonian Magazine*.
- C40 Cities Climate Leadership Group. (2016). *Climate Change Adaptation in Delta Cities*. C40 Cities.
- Caljouw, M., & Nas Pratiwo, P. (2005). Flooding in Jakarta: Towards a blue city with improved water management. Στο M. Caljouw, & P. Nas Pratiwo, *Flooding in Jakarta: Towards a blue city with improved water management* (σσ. 454-484). Brill.
- Coastal Zone Managment Act of 1972. (1972). *Public Law 92-583 86 Stat. 1280*. U.S.C. 1451.
- Dasgupta, S., & Meisner, C. (2009, Μάιος). Climate Change and Sea level Rise. A review of the Scientific Evidence. *Environment Department Papers*.
- Davoudi, S. (2009). *PLANNING FOR CLIMATE CHANGE Strategies for Mitigation and Adaptation for Spatial Planners*. Earthscan.
- De Urbanisten. (2022). *De Urbanisten. Watersquare Benthemplein, Rotterdam*. Ανάκτηση από De Urbanisten. Watersquare Benthemplein, Rotterdam: <https://www.urbanisten.nl/work/benthemplein>
- Dewa, W., & Kenzu, T. (2021). Jakarta plans to add more green spaces in buffer zones. *Antara News, Indonesian News Agency*.
- Dhakal, S. (2008). *Urban Energy Transition From Fossil Fuels to Renewable Power*. Elsevier Science.
- Dilanthi, A. (2022, Μάιος 22). *How does climate change affect coastal regions?* Ανάκτηση από RICS How does climate change affect coastal regions?: <https://ww3.rics.org/uk/en/journals/land-journal/how-does-climate-change-affect-coastal-regions-.html>
- EPA United States Environmental Protection Agency. (2022, August 1). *EPA, Climate Change Indicators: Sea Surface Temperature*. Ανάκτηση από Climate Change Indicators: Sea Surface Temperature: <https://www.epa.gov/climate-indicators/climate-change-indicators-sea-surface-temperature#ref1>
- Esteban, T., Edelenbos, J., & van Stapele, N. (2020). *Keeping Feet Dry: Rotterdam's Experience in Flood Risk and Resilience Building*. IntechOpen.

- Faber, A. (2018). *Bachelor Thesis Project. Amsterdam & Rotterdam: Understanding differences in climate change adaptation. A comparative study from a coevolution perspective of water related climate change in Amsterdam and Rotterdam, the Netherlands*. Sydney, Australia: University of Amsterdam. Human Geography and Urban Planning.
- Fleming, E., Payne, J., Sweet, W., Craghan, M., Haines, J., Hart, J., . . . Sutton-Grier, A. (2018). Coastal Effects. In Impacts, Risks, and Adaptation in the United States: Fourth National Climate Assessment, Volume II. *Fourth National Climate Assessment, Volume II* (σσ. 322-352). Washington, DC, USA: U.S. Global Change Research Program. Ανάκτηση από Coastal Effects. In Impacts, Risks, and Adaptation in the United States: Fourth National Climate Assessment, Volume II.
- Glavonic, B., Dawson, R., Chow, W., Garschagen, M., Haansnoot, M., Singh, C., & Thomas, A. (2021). *Cross Chapter Paper 2: Cities and Settlements by the Sea*. IPCC WGII Sixth Assessment Report.
- Gutro, R. (2017, Αύγουστος 7). NASA "What's the Difference Between Weather and Climate?". Ανάκτηση 2022, από nasa.gov: [https://www.nasa.gov/mission\\_pages/noaa-n/climate/climate\\_weather.html](https://www.nasa.gov/mission_pages/noaa-n/climate/climate_weather.html)
- Hilmi, N., Allemand, D., Metian, M., Osborn, D., & Reynaud, S. (2015). Bridging the Gap Between Ocean acidification Impacts and Economic Valuation: Impacts of Ocean acidification on Coastal Communities. *Monaco International Workshop on the Economics of Ocean Acidification*. Monaco: Monaco Scientific Centre (CSM) and the Ocean Acidification International Coordination Centre (OA-ICC) of the International Atomic Energy Agency (IAEA).
- Institution of Civil Engineers, Building Futures. (2009). Facing Up to rising Sea-Levels: Retreat? Defend? Attack? ICE.
- IPCC. (2012). *Summary for Policymakers: In Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. Special Report of Working Group I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. UK: Cambridge University Press.
- IPCC. (2018). *Glossary special report: Global warming of 1.5 °C*. Ανάκτηση Απρίλιος 2022, από <https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/glossary/>
- IPCC Intergovernmental panel on Climate Change. (2007). *IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007, Climate Change 2007: Working Group II: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Ανάκτηση από Climate Change 2007: Working Group II: Impacts, Adaptation and Vulnerability: [https://archive.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/ar4/wg2/en/ch10s10-4-3.html](https://archive.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg2/en/ch10s10-4-3.html)
- Juhola, S., & Major, D. (2021). *Climate Change Adaptation in Coastal Cities. A Guidebook for Citizens, Public Officials and Planners*. Helsinki University Press.
- Kensinger, N. (2016, Ιούνιος 9). *Curbed New York: In a Queens Park, Reclaiming an Urban Wetland*. Ανάκτηση από Curbed New York: In a Queens Park, Reclaiming an Urban Wetland.: <https://ny.curbed.com/2016/6/9/11891372/nyc-parks-alley-creek-queens-photo-essay>
- Koto, J., & Negara, R. B. (2018, Φεβρουάριος 28). Study on Rivers Pollution in DKI Jakarta. *Journal of Ocean, Mechanical and Aerospace Scientists and Engineers*.

- Landezine International Landscape Award. (2018). *Hunter's Point South Waterfront Park by SWA/Balsley*. Ανάκτηση από Landezine International Landscape Award, Hunter's Point South Waterfront Park by SWA/Balsley: <https://landezine-award.com/hunters-point-south-waterfront-park/>
- Leichenko, R., & Thomas, A. (2012, Ιούνιος). Coastal Cities and Regions in a Changing Climate: Economic impacts, Risks and Vulnerabilities. *Geography Compass*, σσ. 327-339.
- Martinez, R., & Masron, I. N. (2020, November). Jakarta: A city of cities. *Elsevier*, σ. Volume 106.
- Meerow, S., Newell, J., & Stults, M. (2016, Μάρτιος). Defining urban resilience: A review, Landscape and Urban Planning. *ELSEVIER*, σσ. 38-49.
- NASA. (2022). *GISS Institute on Climate and Planets. Research Results: Climate impacts in New York City: Sea level rise and Coastal Floods*. Ανάκτηση από GISS Institute on Climate and Planets. Research Results: Climate impacts in New York City: Sea level rise and Coastal Floods: <https://icp.giss.nasa.gov/research/ppa/2002/impacts/introduction.html>
- National Geographic. (2017, Σεπτέμβριος 26). *National Geographic resource library "All about Climate"*. Ανάκτηση 2022, από nationalgeographic.org: <https://www.nationalgeographic.org/article/all-about-climate/>
- NDMC. (2022). *Types of Drought*. Ανάκτηση 2022, από National Drought Mitigation Center University of Nebraska-Lincoln: <https://drought.unl.edu>
- NYC. (2019). *BK Bridge - Montgomery Coastal Resiliency*. New York City: NYC/EDC Department of Design and Construction.
- NYC Planning. (2014). *Coastal Climate Resiliency. Retrofitting Buildings for Flood Risk*. New York City: NYC Planning, Department of city planning.
- NYCdata. (2021). *Weissman Center for International Business, Baruch College: Disasters: New York City, Mid-Atlantic Nor'easter of 1992*. Ανάκτηση από Weissman Center for International Business, Baruch College: Disasters: New York City, Mid-Atlantic Nor'easter of 1992: <https://www.baruch.cuny.edu/nycdata/disasters/noreaster-1992.html>
- Octavianti, T., & Charles, K. (2018, Νοέμβριος 28). The evolution of Jakarta's flood policy over the past 400 years: The lock-in of infrastructural solutions. *Sage Journals*.
- Onion, A., Sullivan, M., Mullen, M., & Zapata, C. (2019, Μάρτιος 15). *New York City - History*. Ανάκτηση από History.com: <https://www.history.com/topics/us-states/new-york-city>
- Powerhouse Company. (2021). *Powerhouse Company - Floating Office Rotterdam (FOR)*. Ανάκτηση από Powerhouse Company - Floating Office Rotterdam (FOR): <https://www.powerhouse-company.com/floating-office-rotterdam>
- Resilient Cities Network. (2013). *Connecting a city - led network*. Ανάκτηση από Resilient Cities Network: <https://resilientcitiesnetwork.org>
- Resilient Cities Network. (2019, Ιούλιος). *Resilient Cities, Resilient Lives, Learning from the 100RC Network*.

(2013). *Rotterdam Climate Change Adaptation Strategy*. Rotterdam: Rotterdam Climate Initiative.

Taman Mangrove Jakarta. (2018). *Taman Wisata Alam (TWA) Angke Kapuk*. Ανάκτηση από Taman Wisata Alam (TWA) Angke Kapuk: <https://www.jakartamangrove.id/>

The City of New York. (2013). One New York: The Plan for a Strong and Just City. *Resilient Cities Network*.

The Guardian. (2016, Νοέμβριος 22). \$40bn to save Jakarta: the story of the Great Garuda. *The Guardian*.

The Royal Society Science Policy Section. (2005, Ιούνιος). Ocean acidification due to increasing atmospheric carbon dioxide. *The Royal Society and The Clyvedon Press Ltd, Cardiff, UK*.

UNEP, U. N. (2021). Cities and climate change.

University of Applied Sciences. (2021, Αύγουστος 21). *University of Applied Sciences. Rotterdam: How did they manage to live with water?* Ανάκτηση από University of Applied Sciences. Rotterdam: How did they manage to live with water?: <https://blog.hz.nl/en/rotterdam-how-did-they-manage-to-live-with-water>

Ward, P., Pauw, W., van Buuren, M., & Marfai, M. (2012, Ιούλιος 12). Governance of flood risk management in a time of climate change: the cases of Jakarta and Rotterdam. *Taylor & Francis Online*, σσ. 518-536.

Watersnoodmuseum. (2022). *Watersnoodmuseum, Measlantkering*. Ανάκτηση από <https://watersnoodmuseum.nl/plan-uw-bezoek/>

Waworoentoe, W. (2023, Μάρτιος 9). Jakarta. *Encyclopedia Britannica*. Ανάκτηση από Jakarta | Indonesia, History, Map, Population & Facts: <https://www.britannica.com/place/Jakarta>

Wijaya, C. (2018, Μάρτιος 8). *The Jakarta Post. Expert urges Jakarta to focus on adding more green spaces*. Ανάκτηση από The Jakarta Post. Expert urges Jakarta to focus on adding more green spaces: <https://www.thejakartapost.com/news/2018/03/08/expert-urges-jakarta-to-focus-on-adding-more-green-spaces.html>

Williams, A. (2021, Σεπτέμβριος 8). *"World's largest" floating office designed for climate change resilience*. Ανάκτηση από newatlas.com "World's largest" floating office designed for climate change resilience: <https://newatlas.com/architecture/floating-rotterdam-office-completed/>

World Population Review. (2023). *Jakarta Population 2023*. Ανάκτηση από Jakarta Population 2023: <https://worldpopulationreview.com/world-cities/jakarta-population>

Βίδου, Κ. (2020). *Διπλωματική Εργασία. Ενίσχυση της αστικής ανθεκτικότητας στην κλιματική αλλαγή μέσω της προσέγγισης του placemaking και του συμμετοχικού σχεδιασμού. Εφαρμογή του εργαλείου του place game στην οδό Gouvernestraat, στο Ρότερνταμ*. Θεσσαλονίκη: Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας και Ανάπτυξης.

Θωμοπούλου, Ε. (2016). *Ερευνητική εργασία, Προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή και χωρικός σχεδιασμός*. Βόλος: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης.



- Κοκκώσης, Χ., Δημητρίου, Κ., & Κωσταντόγλου, Μ. (1999). Δημιουργία Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών για τις Παράκτιες περιοχές της Ελλάδας. *Ελληνική Εταιρεία Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, 1ο Πανελλήνιο Συνέδριο "Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών - Δυνατότητες και εφαρμογές Προοπτικές και Προκλήσεις"*.
- Κοψίδα, Α. (2019). *Διπλωματική Εργασία. "Αστική Ανθεκτικότητα & Φυσικές Καταστροφές: Πλημμύρες*. Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο. Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, ΔΠΜΣ Πολεοδομία - Χωροταξία.
- Μαλισόβα, Ε. (2019). *Ερευνητική Εργασία "Προσαρμογή των πόλεων στην κλιματική αλλαγή. Μια συστηματική καταγραφή των χωρικών παρεμβάσεων κλιματικής προσαρμογής σε ευπαθείς αστικές περιοχές"*. Θεσσαλονίκη: Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Πολυτεχνική Σχολή - Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών.
- Μποτετζάγιας, Ι. (2010). *Η Ιδέα της Φύσης. Απόψεις για το περιβάλλον από την αρχαιότητα μέχρι τις μέρες μας*. Αθήνα: Κριτική ΑΕ.
- Παπαβασιλείου, Ο., & Πιλάτου, Ε. (2018). *Ερευνητική εργασία. Βαρσοβία - Ρόττερνταμ. Οι διαφορετικές αντιμετώπισεις του ιστορικού κέντρου στην μεταπολεμική ανοικοδόμηση*. Χανιά: Πολυτεχνείο Κρήτης, Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών.
- Παπανικολάου, Μ., Παπανικολάου, Δ., & Βασιλάκης, Ε. (2011). *Μεταβολές της Στάθμης της Θάλασσας και επιπτώσεις στις ακτές*. Αθήνα: Τράπεζα της Ελλάδος Ευρωσύστημα, Επιτροπή Μελέτης Επιπτώσεων Κλιματικής Αλλαγής.
- Πασίου, Β. (2011). *Διπλωματική εργασία "Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στις παράκτιες περιοχές"*. Πειραιάς, Αθήνα: Τμήμα Ναυτιλιακών Σπουδών, Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών στη Ναυτιλία.
- Σταματοπούλου, Ε. (2017). *Μεταπτυχιακή Διατριβή, Ανθεκτικά παράκτια τοπία: Προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή και χωρική ανάλυση στην αρχιτεκτονική τοπίου*. Θεσσαλονίκη: ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΤΜΗΜΑ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ - ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ.
- Σταυροπούλου, Ε. (2017). *Διπλωματική Εργασία, Κλιματική Αλλαγή, Άνοδος Στάθμης Υδάτων και Επανασχεδιασμός Πόλεων*. Βόλος: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Πολυτεχνική Σχολή, Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας & Περιφερειακής Ανάπτυξης.
- Στυλιανάκης, Δ. (2015). *Ερευνητική Εργασία "Παράκτιες πόλεις: Προβλήματα και πολιτικές για τη βιώσιμη ανάπτυξη και την κλιματική αλλαγή"*. Θεσσαλονίκη: Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης Πολυτεχνική σχολή, Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας και Ανπα΄τυξης.
- Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης. (2008). Πρωτόκολλο για την ολοκληρωμένη διαχείριση των παράκτιων ζωνών της Μεσογείου. *Σύμβαση για την προστασία του θαλασσίου περιβάλλοντος και των παρακτίων περιοχών της Μεσογείου*. Βρυξέλλες: Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης.
- Τράπεζα της Ελλάδος. (χ.χ.). *Οι κοινωνικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής και η αντιμετώπισή τους*. Ανάκτηση από Οι κοινωνικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής και η αντιμετώπισή τους.

Τσουμαλάκης, Σ. (2016). *Διπλωματική εργασία, Παράκτιες Μεσογειακές μητροπόλεις: Πολιτικές και εφαρμογές για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή*. Βόλος: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Πολυτεχνική Σχολή. Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας & Περιφερειακής Ανάπτυξης.

Φαλεξιάδης, Γ. (2017, Αύγουστος). Σύνταξης. *Περιοδικό 14*.